



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

**“REDISEÑO DE LA RED Y VIRTUALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS CON ALTA
DISPONIBILIDAD PARA LA CLÍNICA DAME”**

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

AUTOR: NORMA YESENIA NAZAMUÉS NARVÁEZ

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:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040162039-8		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Nazamués Narváez Norma Yesenia		
DIRECCIÓN:	Avenida 17 de Julio		
E-MAIL:	nynazamuesn@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062-985-425	TELÉFONO MÓVIL:	0988503035
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	REDISEÑO DE LA RED Y VIRTUALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS CON ALTA DISPONIBILIDAD PARA LA CLÍNICA DAME		
AUTOR (ES):	Norma Yesenia Nazamués Narváez		
FECHA: DD/MM/AAAA	25/02/2019		
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación		
ASESOR/DIRECTOR:	MSc. Jaime Roberto Michilena Calderón		

2. CONSTANCIAS

La autora 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 la 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 25 días del mes de Febrero del 2019.

LA AUTORA:



.....

Nazamués Narváez Norma Yesenia

CI: 040162039-8



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 "REDISEÑO DE LA RED Y VIRTUALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS CON ALTA DISPONIBILIDAD PARA LA CLÍNICA DAME". Ha sido desarrollado por la señorita Nazamués Narvárez Norma Yesenia bajo mi supervisión.

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jaime Michilena", is written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and cursive.

Ing. Jaime Michilena

100219843-8

DIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Edison y Fanny, quienes siempre han estado presentes apoyándome y alentándome para lograr cada meta que me he propuesto, gracias por su confianza, sus consejos y todos los sacrificios que han hecho para hacer de mí una persona de bien.

A mis hermanos por su apoyo y amistad incondicional, por estar conmigo en todo momento y enseñarme a ser fuerte a pesar de las adversidades. Gracias por ser mi ejemplo de dedicación y perseverancia.

A cada uno de mis docentes, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos aportaron en mi preparación profesional, de manera especial, al Ing. Jaime Michilena, quien con su dirección, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos, por su amistad y momentos compartidos.

Finalmente quiero agradecer al personal de la Clínica DAME, por abrir sus puertas y haberme permitido desarrollar mi proyecto de titulación en sus instalaciones.

Norma Y. Nazamués

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres y hermanos por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	
TÉCNICA DEL NORTE	II
CONSTANCIAS	III
CERTIFICACIÓN	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT	XVII
Capítulo 1. Antecedentes.....	1
1.1 Tema	1
1.2 Problema	1
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Alcance	4
1.5 Justificación	5
Capítulo 2. Marco Teórico	6
2.1 Incidencias al nivel de la Red y Soluciones.....	6
2.1.1 Incidencias a Nivel de Enlace.....	6
2.1.1.1 <i>Bajo Rendimiento de la Red.</i>	6
2.1.1.2 <i>Excesivo tráfico de Broadcast.</i>	7
2.1.1.3 <i>Tormentas de Broadcast o de Difusión.</i>	9
2.2 Segmentación de la Red.....	10
2.2.1 Redes Virtuales de Área Local (VLAN).....	10
2.2.1.1 <i>Definición de VLAN.</i>	11

2.2.1.2	<i>Transporte de VLAN entre Conmutadores.</i>	12
2.2.1.3	<i>Ventajas de usar VLAN.</i>	13
2.3	Definición de Virtualización	13
2.3.1	Virtualización de Aplicación.	14
2.3.2	Emulación.	15
2.3.3	Virtualización Nativa o de Servidor.	15
2.3.4	Para-virtualización.	17
2.3.5	Virtualización de Sistema Operativo.	17
2.3.6	Virtualización de Almacenamiento.	18
2.3.6.1	<i>Direct Attached Storage (DAS).</i>	20
2.3.6.2	<i>Network Attached Storage (NAS).</i>	21
2.3.6.3	<i>Storage Area Network (SAN).</i>	22
2.3.7	Virtualización de Red.	27
2.3.7.1	<i>Virtualización de las Funciones de Red.</i>	27
2.3.7.2	<i>Software para la Virtualización Open vSwitch.</i>	27
2.3.8	Virtualización de la Estación de Trabajo.	30
2.4	Infraestructura de Virtualización	30
2.4.1	Hipervisor.	30
2.4.2	Conjunto de Servicios de Virtualización.	32
2.4.3	Soluciones de Automatización.	33
2.5	Ventajas de la Virtualización	33
2.5.1	Reducción de costes CAPEX / OPEX.	33
2.5.2	Despliegue y Administración.	35
2.5.3	Gestión de Cambio.	35
2.6	Desventajas de la Virtualización.	36
2.7	Consolidación de Servidores.	36
2.7.1	Tipos de Consolidación de Servidores.	37
2.7.1.1	<i>Centralización.</i>	37
2.7.1.2	<i>Consolidación Física.</i>	38
2.7.1.3	<i>Consolidación de Almacenamiento.</i>	39
2.7.1.4	<i>Integración de Datos.</i>	39

2.7.1.5 <i>Integración de Aplicaciones</i>	39
2.8 Software de Virtualización Open Source PROXMOX.....	40
2.8.1 Proxmox Virtual Environment.....	41
2.8.1.1 <i>Contenedores y Máquinas</i>	43
2.8.1.2 <i>Almacenamiento</i>	44
2.8.1.3 <i>Modelo de Red</i>	45
2.8.1.4 <i>Requisitos de hardware</i>	46
2.8.2. Almacenamiento compartido con Proxmox.....	47
2.9 Tecnologías relacionadas.....	47
2.9.1 Clustering.....	47
2.9.1.1 <i>Alto Rendimiento</i>	48
2.9.1.2 <i>Alta Disponibilidad</i>	48
2.9.1.3 <i>Balaceo de Carga</i>	49
Capítulo 3. Situación Actual de la Red de la Clínica Dame y Rediseño de la misma para la Virtualización.....	50
3.1 Situación Actual.....	50
3.1.1 <i>Análisis de la Infraestructura Actual</i>	50
3.2 Estudio de Consolidación.....	63
3.2.1 <i>Análisis de Servidores</i>	64
3.2.1.1 <i>Servidor de Correo</i>	65
3.2.1.2 <i>Servidor FIARE</i>	65
3.2.1.3 <i>Servidor de telefonía IP</i>	65
3.2.1.4 <i>Servidor de Archivos UCI / Biométricos</i>	66
3.2.1.5 <i>Servidor de Antivirus y Facturación Electrónica</i>	66
3.2.1.6 <i>Active Directory</i>	67
3.2.1.7 <i>Intranet</i>	67
3.2.2 <i>Monitoreo de Servidores</i>	67
3.2.2.1 <i>Herramienta de Monitoreo</i>	67
3.2.2.2 <i>Recopilación de Información</i>	68
3.2.2.3 <i>Escenario de Consolidación</i>	70
3.3 <i>Propuesta de Diseño</i>	71

3.4 Rediseño de la Red	72
3.4.1 Asignación de VLANs y Troncales.	73
3.5 Diseño de la Infraestructura Virtual.....	74
3.5.1 Hardware para la Arquitectura Virtual.....	76
3.5.2 Diseño del Storage Ceph.....	79
3.6 Guía del Proceso	81
Capítulo 4. Implementación de la Infraestructura Virtual y Pruebas de Funcionamiento	83
4.1 Configuración de los Equipos para la Segmentación de Red	83
4.2 Implementación de la Infraestructura Virtual	84
4.2.1 Instalación de la Plataforma de Virtualización Proxmox.	85
4.2.2 configuración de las tarjetas de red para el clúster.	86
4.2.3 configuración hosts.	87
4.2.4 Sincronización de los nodos.....	87
4.2.5 Activación del clúster Proxmox.....	88
4.2.5.1 <i>Crear el clúster y agregar nodos.</i>	89
4.2.6 Creación de Storage Ceph.....	89
4.3 Pruebas de Funcionamiento	90
4.3.1 Pruebas de conectividad.....	90
4.3.1.1 <i>Conectividad entre switch y clúster.</i>	91
4.3.1.2 <i>Conectividad entre los nodos en el clúster.</i>	92
4.3.1.3 <i>Conectividad entre el administrador y el clúster.</i>	94
4.3.1.4 <i>Conectividad entre cliente y servidor alojado en Proxmox.</i>	95
4.3.2 Administración Centralizada.....	96
4.3.3 Pruebas de Alta Disponibilidad.	98
4.3.3.1 <i>Backup.</i>	99
4.3.3.2 <i>Migración en vivo.</i>	101
4.3.3.3 <i>Levantamiento del Servicio.</i>	107
Conclusiones	112
Recomendaciones.....	113
Referencias Bibliográficas	114
Glosario de Términos	117

ANEXOS.....	119
ANEXO A. Certificado de Implementación.....	120
ANEXO B. Configuraciones del Switch de Core.....	121
ANEXO C. Instalación de Proxmox VE.....	126
ANEXO D. Configuración del Clúster y Storage Ceph	135
ANEXO E. Configuraciones del OVS.....	140
ANEXO F. Instalación de PRTG.....	143
ANEXO G. Comparación de Herramientas de Virtualización	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Solicitud de ping con tiempos de respuestas muy altos	7
Figura 2. Bucles entre switches sin STP.....	8
Figura 3. Tormenta de broadcast	9
Figura 4. Segmentación de la red	11
Figura 5. Transporte de VLANs entre conmutadores.....	12
Figura 6. Utilización de recursos en la virtualización	16
Figura 7. Estructura de capas para la virtualización de servidores.....	17
Figura 8. Estructura de capas para la virtualización de sistemas operativos	18
Figura 9. Sistema de almacenamiento DAS	20
Figura 10. Sistema de almacenamiento NAS	22
Figura 11. NAS frente a SAN.....	23
Figura 12. Sistema de almacenamiento SAN	24
Figura 13. Componentes de Open vSwitch	28
Figura 14. Aplicaciones de control de Open vSwitch	29
Figura 15. Hipervisor de tipo I	31
Figura 16. Hipervisor de tipo II	32
Figura 17. Fases de consolidación	40
Figura 18. Plataforma de virtualización Proxmox	42
Figura 19. Integración KVM – QEMU.....	43
Figura 20. Virtualización tradicional vs LXC	44
Figura 21. Disponibilidad para un sistema 24/7	49
Figura 22. Ubicación Clínica DAME	51
Figura 23. Página web Clínica DAME	52
Figura 24. Organigrama Clínica DAME	53
Figura 25. Plano del subsuelo de la Clínica DAME.....	56
Figura 26. Plano de la planta baja de la Clínica DAME.....	57
Figura 27. Plano del primer piso de la Clínica DAME.....	58
Figura 28. Plano del segundo piso de la Clínica DAME.....	59
Figura 29. Plano del tercer piso de la Clínica DAME	60
Figura 30. Diagrama de red de la Clínica DAME	61

Figura 31. Interfaz web herramienta de monitoreo PRTG	68
Figura 32. Propuesta de la solución de red	71
Figura 33. Asignación de VLANs en la red	74
Figura 34. Virtual Machines vs. Physical Machines	75
Figura 35. Diagrama de implementación de Hardware en la Arquitectura Virtual	77
Figura 36. Diagrama físico de la solución	78
Figura 37. Diagrama físico de la conexión entre el switch de Core y el Clúster Proxmox	79
Figura 38. Diagrama lógico de la red de almacenamiento	80
Figura 39. Diagrama físico de la red de almacenamiento	81
Figura 40. Diagrama de flujo de la Estructura del Proyecto.....	82
Figura 41. Solicitud de ping entre SW-CORE y Servidores Proxmox.....	91
Figura 42. Solicitud de ping entre SW-CORE y Storage Ceph.....	92
Figura 43. Solicitud de ping entre los servidores Proxmox desde pve1	93
Figura 44. Solicitud de ping desde pve1 hacia Storage Ceph.....	93
Figura 45. Solicitud de ping desde computador administrador hacia servidores Proxmox....	94
Figura 46. Solicitud de ping entre cliente y servidor de telefonía en Proxmox.....	95
Figura 47. Interfaz del servidor de Telefonía dentro de Proxmox.....	95
Figura 48. Solicitud de loggeo en la interfaz web de pve1	96
Figura 49. Solicitud de loggeo en la interfaz web de pve2.....	97
Figura 50. Solicitud de loggeo en la interfaz web de pve3.....	97
Figura 51. Usuarios habilitados para la administración.....	98
Figura 52. Opciones de Backup de la VM 100.....	99
Figura 53. Opciones para realizar Backup.....	100
Figura 54. Estado del avance del proceso de Backup.....	100
Figura 55. Copia de seguridad realizada.....	101
Figura 56. Información VM 100.....	102
Figura 57. Selección del nodo para la Migración en frío	103
Figura 58. Estado de la migración	103
Figura 59. VM migrada hacia el nodo pve2 en el mismo estado	104
Figura 60. Información de la VM 103	104
Figura 61. Selección del nodo para la migración de la VM en caliente	105

Figura 62. Estado de la migración de VM	105
Figura 63. Procesos de la migración mostrados en la herramienta web	106
Figura 64. Estado de las reglas de alta disponibilidad	108
Figura 65. Opciones para agregar la VM 201 en HA	108
Figura 66. Alerta en el fallo del nodo pve3 y levantamiento del servicio en el nodo pve2..	109
Figura 67. Procesos del levantamiento del servicio mostrados en la herramienta web.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de equipos conectados a la red de la Clínica DAME.....	62
Tabla 2 Detalles de las características de los servidores DAME.....	64
Tabla 3 Descripción del porcentaje del uso de recursos de los servidores de la C. DAME.....	69
Tabla 4 Grupo de consolidación.....	70
Tabla 5 Distribución de VLANs en la Clínica DAME.....	73
Tabla 6 Hardware necesario para arquitectura virtual.....	76
Tabla 7 Dispositivos conectados al SW-CORE.....	84
Tabla 8 Especificaciones de IP's y Hostname.....	85
Tabla 9 Tiempos de migración en frío y caliente.....	106
Tabla 10 Tiempo de levantamiento del servicio.....	110

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de la Disponibilidad.....	48
---	----

RESUMEN

El presente proyecto consiste en el rediseño de la red de datos de la Clínica DAME ubicada en la ciudad de Quito, mediante la segmentación de la red y la implementación de una infraestructura virtual sobre una plataforma Linux con la finalidad de mejorar la prestación de los servicios de tal manera que brinde optimización y alta disponibilidad.

En el análisis de la situación actual, se analizó cada uno de los servidores y los recursos que ocupaban, aplicando la metodología de consolidación de servidores se determinaron los parámetros para el diseño de la red virtual y la selección de los equipos que se utilizaron en el proyecto. Para posteriormente implementar el entorno virtualizado utilizando la herramienta Proxmox, habilitando el almacenamiento compartido que permite proveer una alta disponibilidad en los servicios principales de la Clínica DAME.

El resultado obtenido demostró que la implementación de una infraestructura virtual es una excelente opción para entidades que requieran optimizar sus recursos informáticos permitiendo reutilizar los equipos existentes en el Centro de Datos de la Clínica, sin afectar su funcionalidad. Además, permitió habilitar la alta disponibilidad, que garantizó el levantamiento automático de los servicios en un tiempo aproximado de 2 minutos si llegara a ocurrir un fallo, así, el sistema asegura un 99.86% de disponibilidad. Concluyendo que la virtualización de servicios en alta disponibilidad mejora notablemente la prestación de servicios.

ABSTRACT

This project considered the redesigning of the DAME Clinic data network in Quito city, through the segmentation of the network and the implementation of a virtual infrastructure on a Linux platform in order to improve the provision of services in such that it offers optimization and high availability.

After analyzing, each of the servers and the resources, and by applying to the server consolidation, it was possible to determine the parameters for the design of the virtual network and the selection of the equipment used in the project. In order to implement the virtualized environment with Proxmox to enable shared storage to provide high availability in the main services of the DAME clinic.

The result has shown that the implementation of a virtual infrastructure is an excellent option for entities in the need to optimize their computing resources, in this case to reuse the existing equipment in the data center of the clinic, without affecting its functionality. Enabling high availability, which guaranteed the automatic start of the services in an approximate time of 2 minutes if a failure occurs, thus, the system ensures a 99.86% of readiness. It can be said that virtualization in high availability services significantly improves their provision.

Capítulo 1. Antecedentes

En este capítulo se encuentran detalladas las bases para el desarrollo del presente proyecto de titulación, siendo éstos: el tema, la problemática, los objetivos, el alcance y la justificación, con la finalidad de rediseñar la red e implementar una infraestructura virtual el cual permitirá mejorar la prestación de servicios de la Clínica DAME S.A. habilitando alta disponibilidad.

1.1 Tema

REDISEÑO DE LA RED Y VIRTUALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS CON ALTA DISPONIBILIDAD PARA LA CLÍNICA DAME.

1.2 Problema

Actualmente los sistemas de redes de datos y comunicaciones realizados correctamente, facilitan la organización y desempeño en los servicios que las entidades prestan a la colectividad, haciéndolo de una manera eficiente y flexible. Eventualmente muchas entidades necesitan reubicar sus estaciones de trabajo, rediseñar la estructura de su red, o agregar nuevas terminales con el propósito de mejorar la productividad y sus servicios.

La Clínica DAME es una entidad que proporciona asistencia médica, ubicada en las calles 18 de Septiembre OE5-118 y Av. Universitaria en la ciudad de Quito, Ecuador, aquí se realizan consultas médicas, laboratorios, neonatología, entre otros servicios y además cuenta con áreas de atención al público y áreas administrativas. En los últimos años se ha manifestado un crecimiento constate en cuanto a su infraestructura computacional y en la prestación de servicios dentro de su red LAN, por lo que se han evidenciado varios problemas

de latencia y congestión, haciendo que la red ya no sea un medio de comunicación confiable y eficaz.

Los tiempos de respuesta de las aplicaciones y servidores son lentos y frecuentemente están colapsando, ocasionando molestias tanto para los trabajadores y los usuarios de la red, principalmente para los usuarios debido a que los servicios que se prestan en la Clínica son de gran relevancia. Por lo que se resalta la importancia de un buen diseño de la red en las entidades médicas, debido a que prestan servicios que requieren una alta disponibilidad de recursos tecnológicos y en especial de la red de datos.

La Clínica no cuenta con una distribución adecuada de la red, no existen segmentaciones por lo que se originan altos niveles de broadcast, originando tráfico innecesario. Esto conlleva a la utilización de gran ancho de banda, por lo que muchas veces no se puede acceder a Internet.

Por otro lado, la Clínica actualmente cuenta con siete servicios, de los cuales seis se encuentran en PCs y otro en un servidor Proliant ml310e gen8 con solamente 3 slots. Estos servicios al encontrarse en equipos físicos han presentado varias fallas debido a la carga de los servidores, además de varios colapsos que han existido en los últimos meses.

Por lo que la Clínica ha tenido varios gastos en la compra de nuevos equipos para servidores, aunque esa compra no soluciona el problema, además en los momentos de fallas estos equipos no se restablecen inmediatamente por lo que el servicio no es continuo, ocasionando retardos de trabajo de varios minutos hasta horas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Realizar el rediseño de la red de datos y virtualización de servicios en alta disponibilidad con la segmentación de la red y la utilización de la herramienta de virtualización PROXMOX para mejorar la prestación de servicios de la Clínica DAME.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Realizar la fundamentación teórica del proyecto junto con el levantamiento de información de la situación actual de la red.
- Realizar el rediseño de la red de datos con la creación de VLANs y Troncales en los equipos del Centro de Datos de la Clínica DAME.
- Analizar la infraestructura del Centro de Datos de la Clínica DAME en cuanto al hardware, y los servicios que ofrece 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 bajo una administración centralizada para ofrecer redundancia y lograr una alta disponibilidad de sus servicios.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la red virtual optimizando y automatizando procesos repetitivos de configuración y mantenimiento.

1.4 Alcance

El presente proyecto consiste en el rediseño de la red de datos mediante la organización del Centro de Datos de la Clínica DAME, además de la creación de segmentos de la red para la distribución de los servicios mediante VLANs y Troncales. También la implementación de una red de servicios virtuales redundantes sobre una plataforma Linux.

Se iniciará con un análisis de la infraestructura del centro de datos para identificar los servicios, los componentes de hardware y software disponibles, así como los equipos adecuados para hacer uso en el proceso de rediseño, instalación y configuración.

Posteriormente con la ayuda de herramientas de monitoreo se analizará la situación real de la red y medirá en los servidores el consumo de memoria, CPU, espacio usado en disco y ancho de banda.

Una vez realizado el análisis de componentes y servicios existente en la Clínica DAME, se procederá a realizar la instalación de una plataforma de virtualización basada en Linux llamada PROXMOX la cual nos permitirá hacer la migración de los servicios físicos a virtuales, con la ayuda de open vSwitch podremos de manera troncal replicar las VLANs creadas en los equipos de red y mantener el esquema jerárquico de la infraestructura.

Una vez realizado esto se procederá a crear un clúster de las plataformas para poder tener una administración centralizada de estas y mediante la creación de un storage común (Storage CEPH), poder tener una alta disponibilidad en los servicios principales de la Clínica DAME.

Se realizarán pruebas de funcionamiento de la red virtual buscando optimizar y automatizar procesos de configuración y mantenimiento como migración en vivo a máquinas virtuales, y back up automáticos.

Finalmente se procederá a realizar las conclusiones y recomendaciones que se determinaron en la realización del proyecto.

1.5 Justificación

La existencia de una red solvente es vital para una organización, especialmente para las que brindan servicios a la colectividad debido a que debe ser fiable y estar disponible para que los usuarios accedan a sus servicios.

El rediseño de la red en la Clínica DAME lograra una fácil administración, dándole mayor seguridad, disponibilidad, facilidad de una posible expansión, y tendría la capacidad de resolver problemas con mayor rapidez. Esencialmente mejorará el rendimiento de la red al aprovechar óptimamente el equipamiento existente.

Además, la Clínica DAME ofrece servicios de facturación electrónica, correo, telefonía sobre Asterisk, firewall y varios servicios de atención al cliente propios de la entidad, los cuales se prestan las veinticuatro horas del día los siete días de la semana por lo que es necesario ofrecer soluciones ante los problemas que presentan los servidores físicos como la sobrecarga o fallos.

Por este motivo se plantea la utilización de plataformas virtuales para asegurar la continuidad de servicios computacionales, además de optimizar los recursos y mejorar el rendimiento y la seguridad.

La herramienta de virtualización que se utilizará es Proxmox ya que además de presentar varias ventajas sobre otras herramientas, Proxmox tiene un entorno gráfico y permite una administración centralizada, hacer clústers, migrar nodos y sobre esta pueden migrarse los servicios online, además de contar con soporte.

Capítulo 2. Marco Teórico

Este capítulo contiene definiciones e información para la comprensión de las terminologías que se encuentran en el tema de redes de datos, analizando las incidencias que pueden ocurrir en ellas y sus posibles soluciones, además de la introducción a conceptos de la virtualización, tipos de virtualización, y el análisis de sus ventajas y desventajas. Posteriormente se definirá la consolidación de los servidores y la herramienta de virtualización utilizada en el proyecto.

2.1 Incidencias al nivel de la Red y Soluciones

En redes telemáticas, una incidencia se define como un fenómeno inusual que reduce o elimina totalmente los servicios que ofrecen las redes de datos. Gracias al modelo OSI como marco de referencia, se puede analizar la red a diferentes niveles logrando encontrar los problemas que existan. (Caballero & Matamala Peinado, 2017).

2.1.1 Incidencias a Nivel de Enlace.

Cuando el nivel de enlace presenta un problema, toda la red se ve afectada. Según (Caballero & Matamala Peinado, 2017) los problemas más comunes que aparecen en la red son:

2.1.1.1 *Bajo Rendimiento de la Red.*

Cuando la red opera en un nivel de rendimiento menor al requerido existen dos manifestaciones:

- Saturación del enlace por exceso de tráfico.

- Tramas descartadas de manera excesiva.

Estas situaciones pueden detectarse con un ping continuo hacia otro dispositivo del segmento, logrando evidenciar que no existe respuesta a varias solicitudes o que su tiempo de respuesta es alto. Aunque existen varias causas que provocan un enlace lento, como la saturación de enlaces o ataques de denegación de servicios.

En la Figura 1 se muestra el proceso de ping en el cual el tiempo de respuesta es muy alto y, además, existe la pérdida de algunas respuestas a esta solicitud, evidenciando una saturación de enlace.

```

CA: Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 208.67.222.222 -t
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=2340ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=2326ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=2692ms TTL=57
Request timed out.
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=3834ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=1968ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=1676ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=614ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=55ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=91ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=265ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=77ms TTL=57
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=1314ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=2470ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=3555ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=2592ms TTL=57
Reply from 208.67.222.222: bytes=32 time=2495ms TTL=57

```

Figura 1. Solicitud de ping con tiempos de respuestas muy altos

Fuente: <https://bit.ly/2IkUPdk>

2.1.1.2 Excesivo tráfico de Broadcast.

Dentro de la red varios protocolos utilizan el tráfico de broadcast o multicast para descubrir toda la red, incluso en redes conmutadas mediante dispositivos como switches. El

excesivo envío de tramas broadcast provoca que el rendimiento disminuya, esto ocurre debido a ciertos casos como:

- Aplicaciones o servicios configurados de manera incorrecta: el tráfico de broadcast puede ser excesivo debido a la configuración incorrecta de un servicio.
- Dominios de broadcast muy grandes: una red incluye muchos hosts que envían paquetes de broadcast periódicamente, el tráfico es reenviado por los switches a toda la red, cada paquete ocupa una fracción del tiempo de la red, y si este supera el 5% del tráfico ocasiona un problema en la red.
- Bucles entre switches sin STP: cuando dos switch están unidos por más de una interfaz se produce un bucle por lo cual la red puede tener dificultades, para lo cual el protocolo STP puede solucionar ese problema. Como se muestra en la Figura 2 el existe rutas redundantes entre los switches A, B y D, haciendo que las tramas queden atrapadas dando vueltas en un bucle, ocasionando un stream más largo que satura el ancho de banda impidiendo el envío de nuevas tramas.

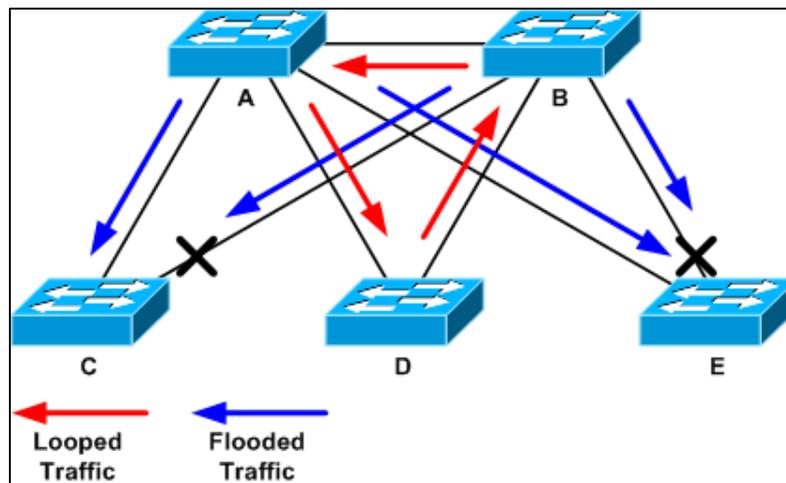


Figura 2. Bucles entre switches sin STP

Fuente: <https://bit.ly/2GsTPCI>

2.1.1.3 Tormentas de Broadcast o de Difusión.

Ocurren cuando se produce una inundación de tramas de broadcast ocasionado por algún protocolo o un ataque, o debido a bucles en los switches haciendo que el rendimiento de la red se degrade.

Para reducir los dominios de broadcast se pueden implementar VLANs o utilizar equipos de capa 3 como routers o switches multilayer.

En la Figura 3 explica cómo se produce una tormenta de broadcast, cuando existen tantas tramas de broadcast en un bucle de un dispositivo de capa 2, consumiendo todo el ancho de banda disponible para el tráfico de la red, evitando la comunicación de datos.

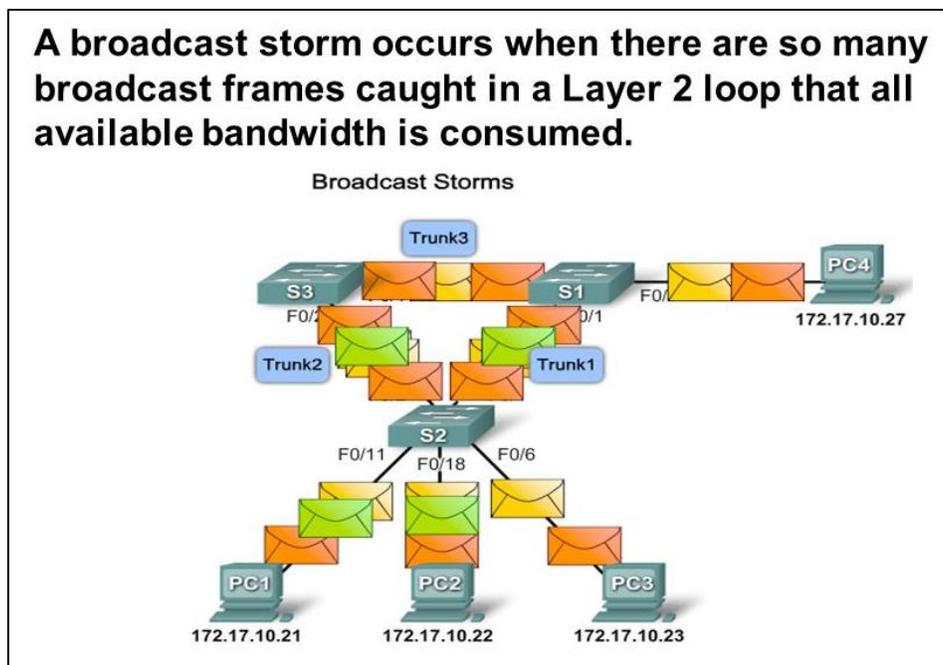


Figura 3. Tormenta de broadcast

Fuente: <https://bit.ly/2BFFnD7>

2.2 Segmentación de la Red

La segmentación consiste en dividir la red en subredes que se autogestionan, de tal manera que la comunicación entre segmentos solamente se realice cuando sea necesario, así la subred trabaja independientemente. Esto permite aumentar el número de ordenadores conectados a la red, de tal manera que el rendimiento de la misma no se vea afectado. (Anónimo, 2013).

Existen dos motivos fundamentales para segmentar una red LAN:

- Aislar el tráfico entre los segmentos.
- Obtener un ancho de banda mayor para cada usuario, al crear dominios de colisión más pequeños.

Así, al segmentar una red la congestión se reduce dentro de cada segmento, haciendo que los dispositivos dentro de esa subred compartan el ancho de banda total al transmitir datos. Sin la segmentación, las redes LAN más grandes se saturarían de tráfico y colisiones, reduciendo el ancho de banda significativamente. El uso de puentes, switches y routers permiten dividir la red en segmentos, cada uno con diferentes características en su implementación. (Clavijero, 2012).

2.2.1 Redes Virtuales de Área Local (VLAN).

Se denominan LAN virtuales, en el sentido en que la segmentación de la red en base a los dominios de difusión va a ser independiente de la topología física. Logrando así configurar la red de modo que los equipos que se comunican entre sí frecuentemente se encuentren en el mismo dominio de difusión. (Romero Ternero, y otros, 2010).

En la Figura 4 se muestra la comparación entre una red LAN tradicional y una red segmentada por VLANs, donde los equipos en la red tradicional están interconectados entre sí solamente en ese mismo piso mediante segmentos físicos, mientras que la segmentación por VLANs interconecta los equipos de acuerdo a las necesidades de la entidad creando segmentos lógicos de red.

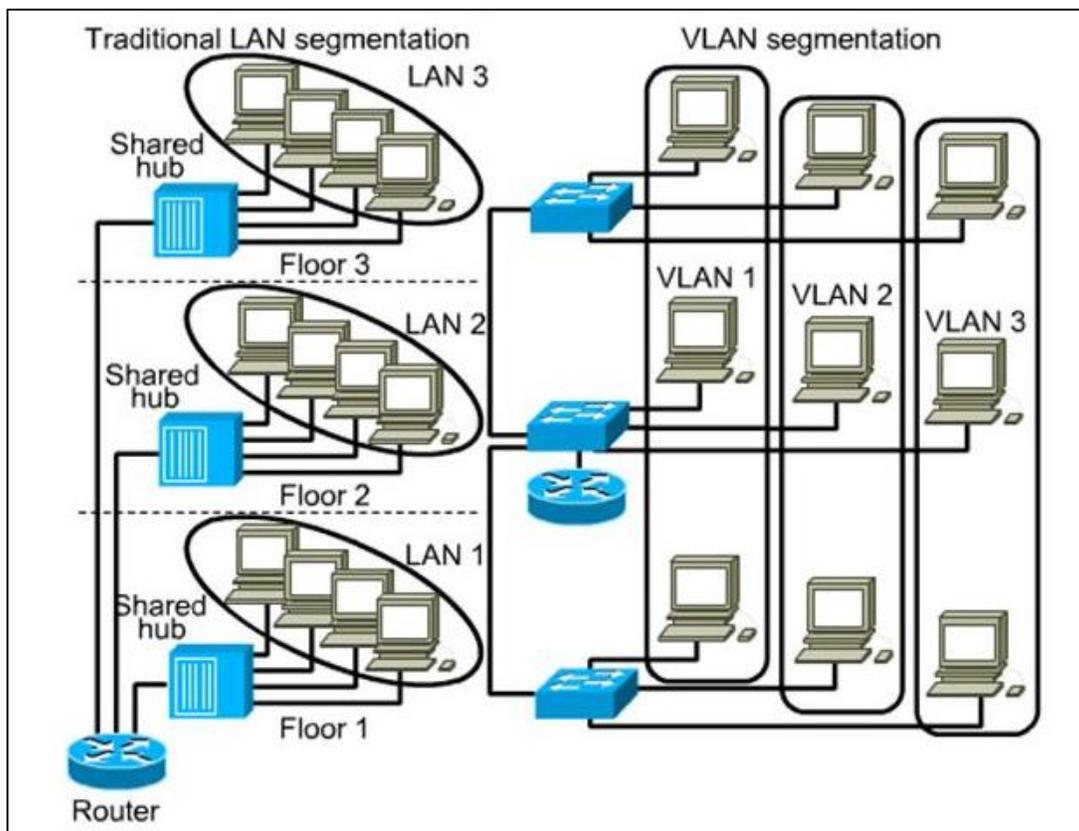


Figura 4. Segmentación de la red

Fuente: (Romero Terner, y otros, 2010)

2.2.1.1 Definición de VLAN.

Una VLAN o red virtual es un grupo flexible de dispositivos que se encuentran en cualquier parte de la red, pero intercomunicándose entre sí mediante segmentos lógicos, de esta manera se puede controlar la comunicación entre equipos conectados a un mismo

conmutador. Logrando facilitar el trabajo de la red, haciéndola más flexible dependiendo de las necesidades. (Dordoigne, 2015).

2.2.1.2 Transporte de VLAN entre Conmutadores.

La infraestructura de las VLANs se distribuye hacia los conmutadores que estén interconectados entre sí mediante un enlace troncal (Port Trunk) que será de mayor capacidad. Generalmente, se utiliza el protocolo IEEE 802.1Q para la propagación de la información de las VLANs definidas y los usuarios a los que corresponden a través del mismo medio físico sin causar problemas de interferencia entre ellas. Así, gracias al etiquetado de tramas (tagged VLAN) se puede administrar la segmentación en un entorno de varios conmutadores. (Romero Ternero, y otros, 2010).

En la Figura 5 se puede observar como las VLANs pasan a través del mismo medio físico entre dos conmutadores utilizando el protocolo IEEE 802.1Q, comunicándose entre sí mediante el VLAN ID.

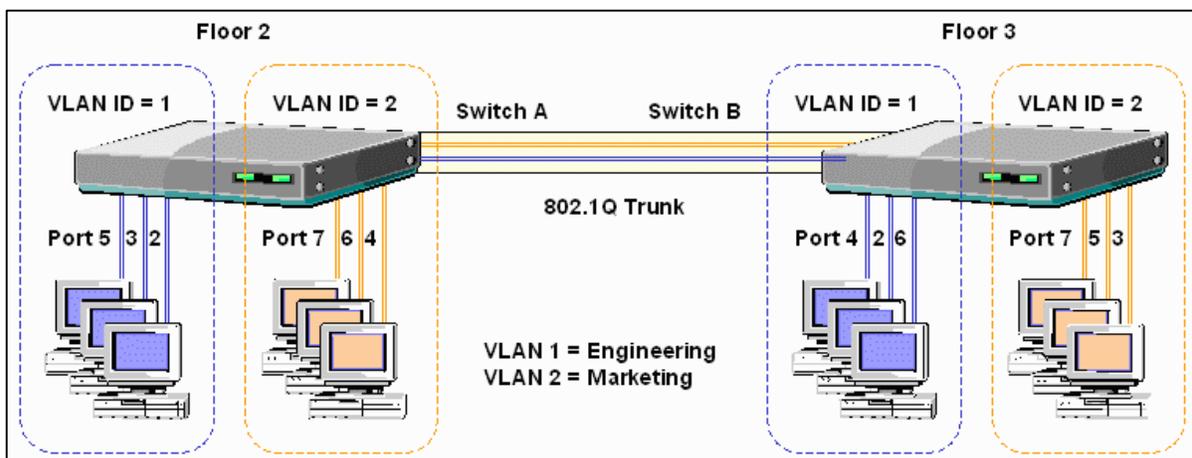


Figura 5. Transporte de VLANs entre conmutadores

Fuente: <https://bit.ly/2GulmmU>

2.2.1.3 Ventajas de usar VLAN.

Las ventajas de usar VLANs se definen en relación a su aplicabilidad, entre las principales se tiene:

- Proporcionar mayor escalabilidad y flexibilidad en la red, ya que, gracias a la segmentación lógica los dispositivos se pueden agrupar de acuerdo a departamentos de trabajo, estaciones o actividades, de esta manera la red puede intercomunicarse entre varios sitios de la misma, mejorando la gestión de sus recursos, así como también puede crecer en número de dispositivos sin una mayor modificación.
- Ofrece seguridad extra en la red, ya que solamente los equipos que se encuentren en la misma VLAN podrán comunicarse entre sí, de esta manera los grupos de trabajo que contengan información importante se separarán del resto de la red.
- Mejora el rendimiento de la red, con la creación de varios grupos lógicos reduce considerablemente el tráfico innecesario de la red mejorando su rendimiento, así como también el control del dominio de broadcast.

2.3 Definición de Virtualización

Según (Niño Camazón, 2011), la virtualización es un conjunto de técnicas que permiten crear un entorno informático simulado compartiendo de la mejor manera los recursos físicos. En dicho entorno es posible albergar varias máquinas y/o sistemas operativos que funcionarán independientemente simulando estar en máquinas físicas diferentes. (Gillet, 2010).

La virtualización, entonces, permite aprovechar de manera significativa los recursos de hardware evitando así gastos de adquisición de equipos, brindando ahorro económico y

energético, mejorando la escalabilidad y brindando mayor facilidad en la administración. (Marchionni, 2011).

Existen varios tipos de virtualización que pueden definirse según su aplicabilidad, es así que varios autores como (Niño Camazón, 2011) (Gillet, 2010) y (González, 2016) los definen como capas o áreas de aplicación de la virtualización, debido a que cada vez se enfocan más en los recursos a utilizarse y los usuarios a los que están destinados, destacando a los siguientes:

- Virtualización de Aplicación
- Emulación
- Virtualización de Servidor
- Para-virtualización
- Virtualización de Sistema Operativo
- Virtualización del Almacenamiento
- Virtualización de la Red
- Virtualización de la Estación de Trabajo

2.3.1 Virtualización de Aplicación.

La virtualización de aplicación se enfoca principalmente en la tecnología de software, haciendo que las aplicaciones se ejecuten de dos maneras: la ejecución remota en sus propias plataformas de hardware y la ejecución de software en su propio Sistema Operativo. (González, 2016).

De esta manera se logra independizar la ejecución de aplicaciones del Sistema Operativo, permitiendo que se ejecuten desde cualquier lugar de manera segura, además de su rápida actuación ante fallos permitiendo su reinicio y ejecución inmediata.

2.3.2 Emulación.

Se define a la emulación como la imitación de una plataforma de ordenador o de un programa en otra plataforma que permite la visualización de documentos o la ejecución de programas en los ordenadores. De esta manera, se reduce la dependencia de hardware y software permitiendo la ejecución de las operaciones del ordenador sin reducir sus capacidades. (González, 2016).

Es así que, el emulador que permite una réplica de una arquitectura de hardware completa logra que las máquinas virtuales se ejecuten sobre él, permitiendo que varios sistemas operativos y aplicaciones funcionen al instalarlo físicamente en la máquina. (Perujo, 2015).

2.3.3 Virtualización Nativa o de Servidor.

Existen varias razones por las cuales los servidores principalmente implementan la virtualización, según (Gillet, 2010) los problemas que presentaban los servidores como monosistemas era el desperdicio de recursos de hardware debido a que solamente un Sistema Operativo gestionaba los recursos utilizando alrededor de un 10 al 15 %, además del exagerado gasto en la adquisición de nuevos equipos, sin contar el gasto energético que conlleva un Centro de Datos con varios servidores.

Entonces, la virtualización de servidores permite que la máquina virtual funcione de manera aislada con su propio equipamiento, simulando los recursos físicos necesarios para

que el Sistema Operativo funcione independientemente mientras comparte la misma CPU de la máquina física. (González, 2016).

En la Figura 6 se muestra como luego de la virtualización los recursos disponibles son aprovechados de mejor manera.

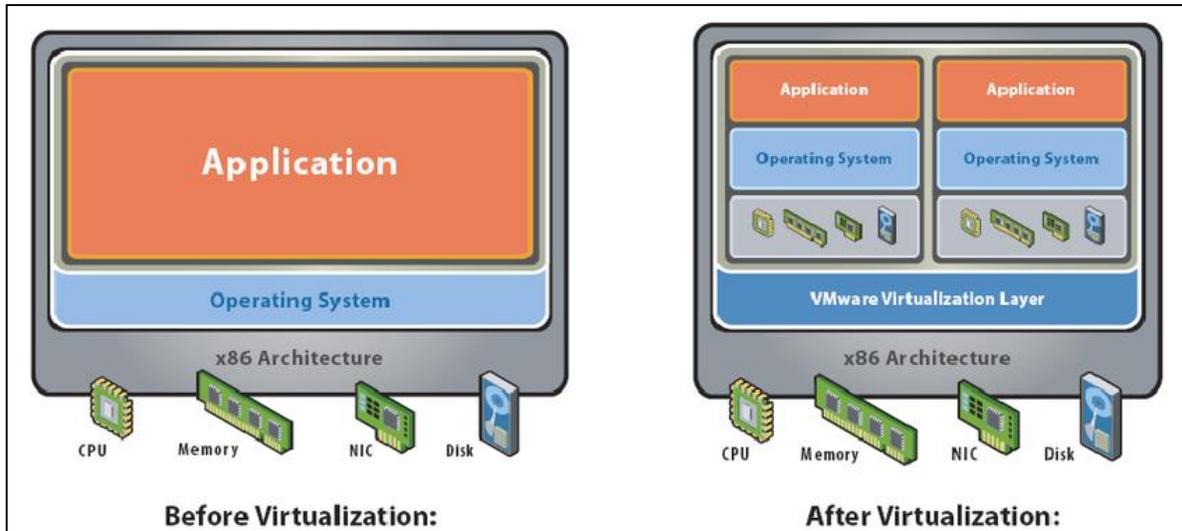


Figura 6. Utilización de recursos en la virtualización

Fuente: <https://bit.ly/2NbgJi9>

En este tipo de virtualización el gestor de la máquina virtual interactúa directamente con el hardware del ordenador, comportándose como Sistema Operativo. Demostrando en la estructura de capas que el Sistema Operativo anfitrión se elimina. (Niño Camazón, 2011).

En la Figura 7 se muestra la estructura de capas de la virtualización de servidores:

- La capa física: Hardware
- Hipervisor de tipo 1: monitor de las máquinas virtuales
- Sistemas operativos invitados: Son las máquinas virtuales con los sistemas operativos invitados.

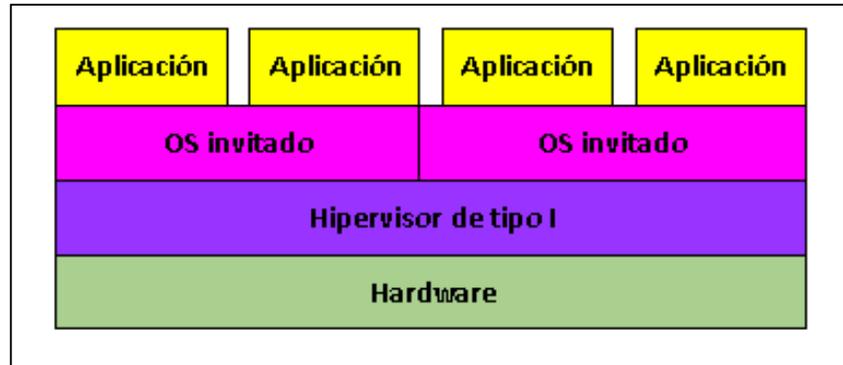


Figura 7. Estructura de capas para la virtualización de servidores

Fuente: (Niño Camazón, 2011)

2.3.4 Para-virtualización.

La para-virtualización al contrario de la virtualización nativa permite virtualizar los sistemas operativos a través del software, es decir que los recursos físicos de la máquina virtual no son simulados en el hardware de la máquina física. El paravirtualizador utiliza una interface de programación para tomar los recursos necesarios del Sistema Operativo modificado y así manejar las máquinas virtuales. (González, 2016).

2.3.5 Virtualización de Sistema Operativo.

Según (Niño Camazón, 2011), la virtualización a nivel del Sistema Operativo permite ejecutar varios sistemas operativos virtuales invitados sobre un Sistema Operativo anfitrión que se ejecuta en una máquina real, compartiendo los recursos físicos. Esta virtualización utiliza un software como gestor de la máquina virtual llamado hipervisor de tipo 2, el cual permite interpretar las instrucciones de la máquina.

En la Figura 8 se muestra la estructura de capas para la virtualización de sistemas operativos, las cuales constan de:

- La capa física: Hardware
- Sistema Operativo anfitrión: Es el Sistema Operativo sobre el cual se ejecuta el programa que gestiona las máquinas virtuales.
- Hipervisor de tipo 2: Software de virtualización
- Sistemas operativos invitados: Son las máquinas virtuales con los sistemas operativos invitados.

Cada máquina virtual funciona de manera aislada, sin interferir en la ejecución de las aplicaciones de cada una.

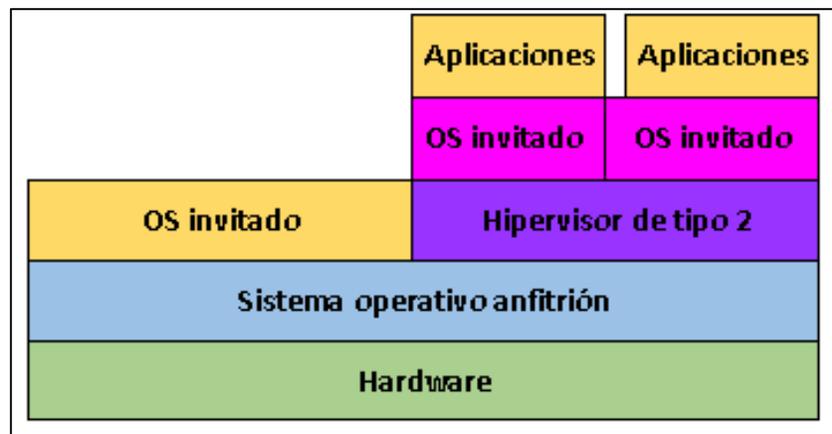


Figura 8. Estructura de capas para la virtualización de sistemas operativos

Fuente: (Niño Camazón, 2011)

2.3.6 Virtualización de Almacenamiento.

La virtualización de almacenamiento consiste en almacenar varios recursos físicos de almacenamiento para luego descomponerlo en almacenamiento lógico. Es decir que puede presentar un disco físico en varios discos lógicos, o puede agrupar varios discos físicos y presentarlo como un solo disco de almacenamiento lógico. De esta manera, creando un

espacio lógico de almacenamiento se puede actuar independientemente a la localización física de los datos. (Gillet, 2010).

Actualmente, todos los sistemas operativos 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). (Niño Camazón, 2011).

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. La combinación de muchos elementos de almacenamiento se realiza de forma transparente en el espacio lógico aumentando la capacidad total, así, da lugar a un espacio lógico de datos con capacidades escalables. (Gillet, 2010).

Entonces, gracias a esta tecnología, varios sistemas físicos pueden compartir un mismo recurso de almacenamiento, de forma transparente entre ellos, copias de backup de aplicaciones en entorno de producción y principalmente la disminución de costes en la compra de nuevos equipos de almacenamiento y replicación de datos. Además, la virtualización de almacenamiento ha sido el auge para el desarrollo de estrategias de Disaster Recovery. (González, 2016).

Frecuentemente el volumen de datos al que se desea acceder por medio de la red es sumamente grande, y en esta situación, mover los datos ocasionaría fuertes cuellos de botella y por lo tanto se tomaría la medida de modificar la arquitectura de la red, este proceso ocasiona grandes pérdidas de tiempo. Según (Voinea, 2012) existen varias soluciones

relacionadas en las tecnologías de almacenamiento que se relacionan con las arquitecturas de la red.

2.3.6.1 Direct Attached Storage (DAS).

Conocido como almacenamiento de conexión directa, consiste en utilizar los discos del interior de un servidor o conectados mediante un conector, existen varios tipos como SATA, SAS o SSD. El sistema DAS presenta varias ventajas como su bajo costo, fácil despliegue y mantenimiento, además su instalación sólo consiste en el reconocimiento desde el Sistema Operativo del servidor. Sin embargo, su gran inconveniente es que el almacenamiento no está disponible en caso de que falle el servidor. (Bonet, 2018).

En la Figura 9 se observa un dispositivo de almacenamiento externo conectado directamente al servidor.

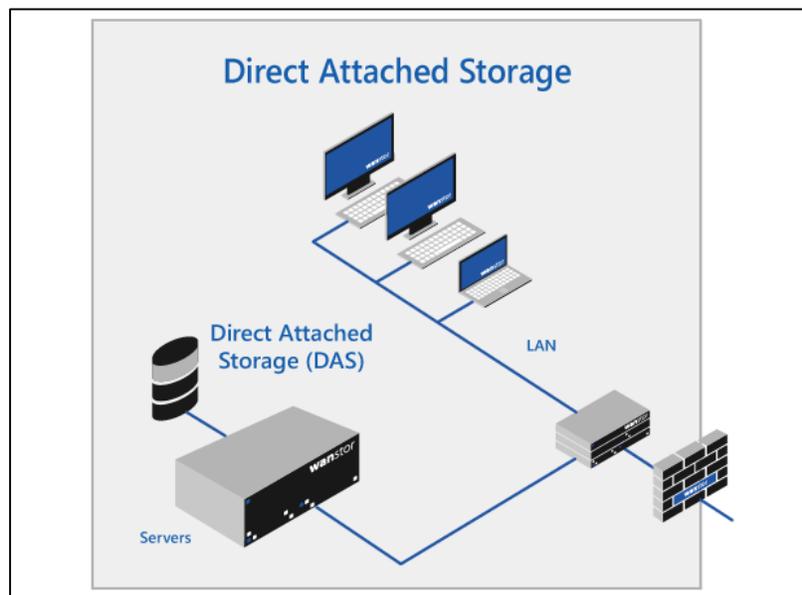


Figura 9. Sistema de almacenamiento DAS

Fuente: <https://bit.ly/2BEKt2d>

2.3.6.2 Network Attached Storage (NAS).

El sistema NAS es un espacio de almacenamiento accesible a través de la red. Es una solución a empresas que desean implementar un almacenamiento sencillo y fácil de administrar, ya que permite centralizar los datos y el usuario tiene la facilidad para encontrar los datos compartidos. Además, puede ser configurado también de manera gráfica a través de una interfaz web desde cualquier equipo con varios sistemas operativos diferentes. La desventaja que este sistema posee, es que solamente se realiza el acceso al almacenamiento desde la red local. (Bonet, 2018).

Según (Guerrero Fernández, 2015) NAS es una estructura de almacenamiento inteligente constituido por varios sistemas NAS conectados a través de la red LAN. Una NAS es un servidor de almacenamiento que puede ser conectado a la red de manera sencilla y así permitir el acceso al servidor de archivos facilitando un espacio de almacenamiento tolerante a fallas. Los elementos que constituyen un sistema NAS son:

- Procesador
- Unidades físicas de almacenamiento
- Módulo de conexión a red

En las unidades físicas de almacenamiento se produce el almacenamiento de los datos, estas unidades están gestionadas por un sistema de ficheros y dependen de un dispositivo central conocido como cabecera NAS, que a su vez hace de interfaz entre el almacenamiento de los datos y los clientes. Sin embargo, en ocasiones el sistema está solamente constituido por el procesador y el módulo de conexión a red.

En la Figura 10 se observa un sistema central de almacenamiento, el cual consta de varios servidores de almacenamiento conectados mediante una red (TCP/IP).

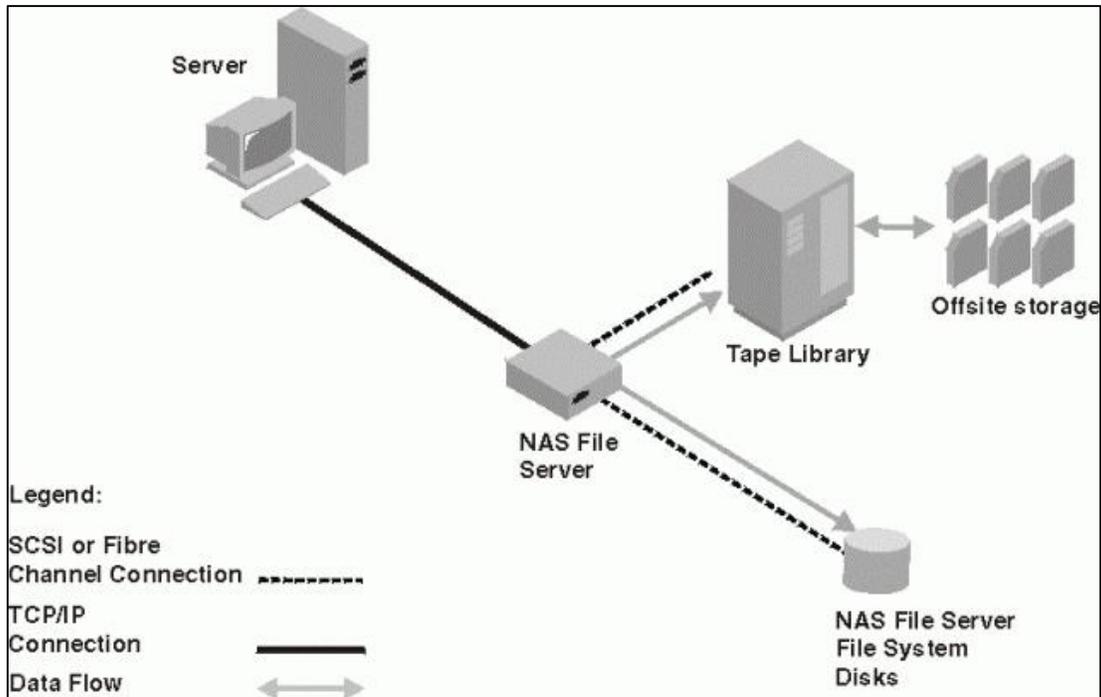


Figura 10. Sistema de almacenamiento NAS

Fuente: <https://bit.ly/2eTvBiN>

2.3.6.3 Storage Area Network (SAN).

El sistema SAN presenta varias ventajas respecto a las soluciones DAS y NAS, una de ellas es la centralización del almacenamiento ya que permite administrar y hacer evolucionar la plataforma de manera más fácil; el espacio de almacenamiento puede reducir o aumentar dependiendo de las necesidades, además posee redundancia a nivel de alimentación eléctrica, así como el controlador RAID, lo que garantiza la alta disponibilidad. El gran inconveniente de este sistema es que requiere de ciertas competencias particulares para implementar una administración diaria del espacio del almacenamiento y el uso de tecnologías particulares

(iSCSI, Fibre Channel) para su despliegue, es una solución más costosa en relación a las anteriores. (Bonet, 2018).

En la Figura 11 se muestra una comparación entre los sistemas de almacenamiento NAS y SAN, donde el ejemplo principal es la infraestructura de máquina virtual, que generalmente requiere un almacenamiento de nivel de bloque como almacén de datos, ya que mantienen su propio sistema de archivos y características. En cambio, SAN se adapta mejor aquí, aunque algunos NAS pueden tener interfaces de hipervisor especiales para satisfacer sus demandas.

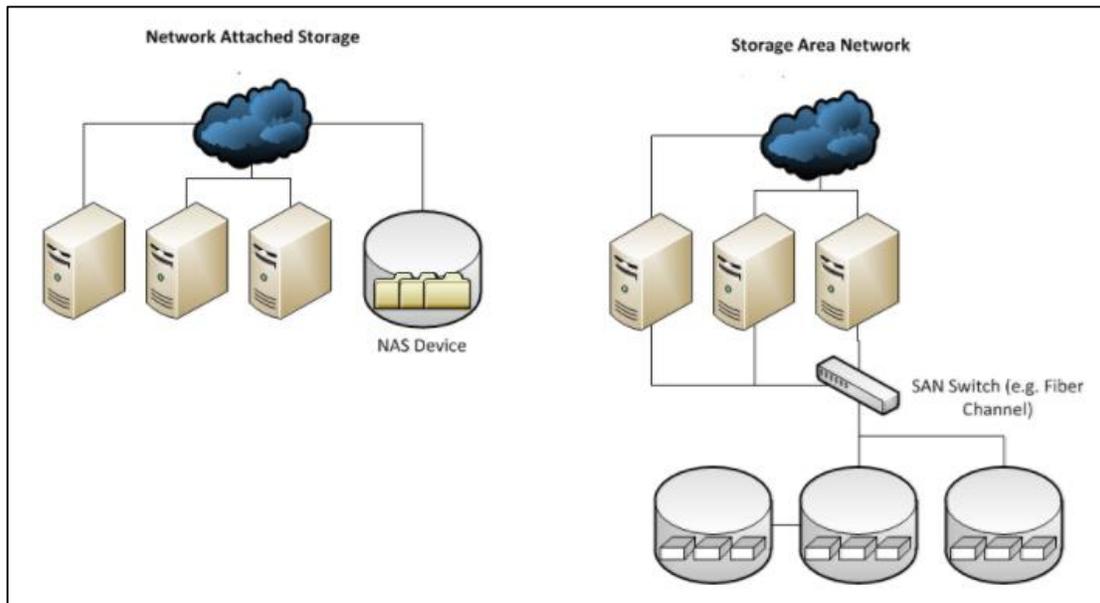


Figura 11. NAS frente a SAN

Fuente: <https://bit.ly/2EdGpYH>

(Guerrero Fernández, 2015) define una red SAN como aquella que tiene como objetivo el almacenamiento integral de la información de una empresa. Esta red se encuentra conectada a las redes de comunicación de la empresa, por lo tanto, los equipos con acceso a la SAN

tendrán acceso a una interfaz de red específica que se conecta a la red SAN, además de contar con las interfaces de red tradicionales.

Se observa en la Figura 12 una red de almacenamiento integral conectado a las redes de comunicación de una empresa, además de contar con interfaces de red tradicionales, los equipos con acceso a la SAN tienen una interfaz de red específica que se conecta a la SAN.

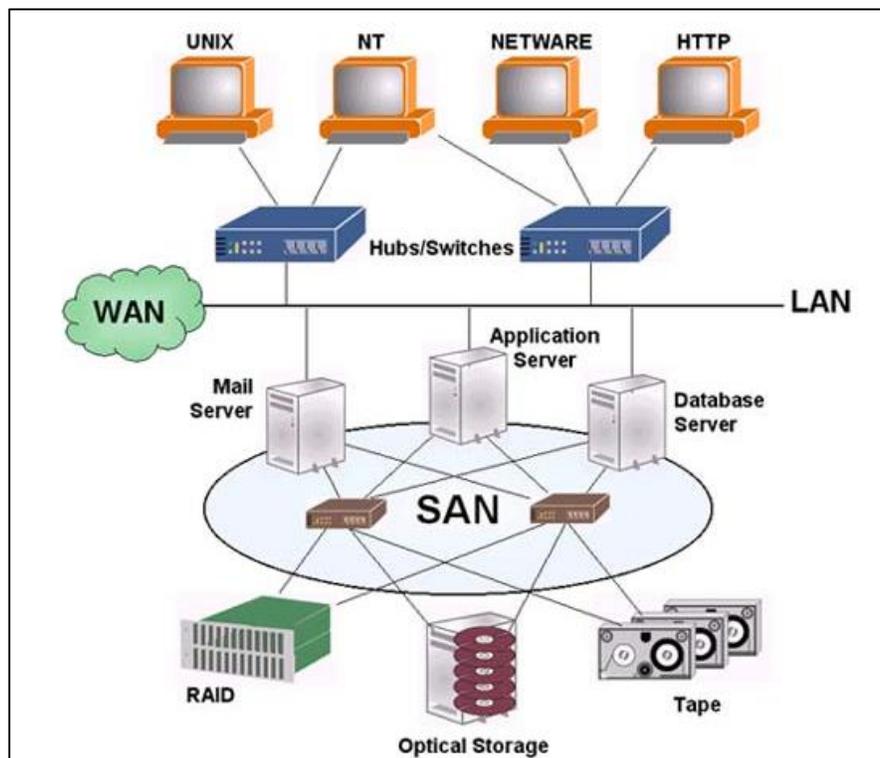


Figura 12. Sistema de almacenamiento SAN

Fuente: <https://bit.ly/2TOjCrD>

Según (Colobran Huguet, Arqués Soldevila, & Galindo, 2008) los elementos de una red SAN se pueden dividir en tres grupos: servidores, elementos de conexión y almacenaje.

- a. Servidores: los servidores que forman parte de una red SAN disponen de tarjetas específicas para establecer la comunicación con los elementos de conexión.

- b. Elementos de conexión: son todos los elementos y dispositivos usados en una red de datos para interconectar los servidores de almacenamiento, tales como:
- Cableado: específico para las redes SAN, suele ser cable de fibra óptica (monomodo o multimodo).
 - Conmutador: son especializados en comunicación en redes SAN.
 - Directores: conmutador principal. Punto central de gobierno de las redes SAN.
 - Concentradores: cumplen la misma función de los concentradores de redes, pero especializados en redes SAN.
 - Encaminadores: pueden convertir señales entre protocolos de SAN.
- c. Almacenamiento: los dispositivos de almacenamiento son la base en las redes SAN.
- Sistemas de discos: son dispositivos especializados en servir almacenaje de disco.
 - Sistemas de cintas, básicamente bibliotecas de cinta como elementos de gestión de gran volumen de datos para backup y dispositivos de cinta.

La conectividad SAN comprende todas las clases de hardware, software y componentes que permiten la interconexión de los dispositivos de almacenaje y servidores. Según (Colobran Huguet, Arqués Soldevila, & Galindo, 2008) la conectividad SAN establece tres capas:

1. Capa baja: comprende la conexión física y redes tales como:
 - Ethernet: se construye una topología tipo bus que puede llegar a una velocidad de 10Gbps.
 - SCSI: es una interfaz en paralelo que puede alcanzar una distancia de 25 metros, a una velocidad de 160 Mbps.

- Fibre Channel: es una interfaz en serie, se implementa normalmente con cable de fibra óptica. Es actualmente la arquitectura más utilizada para las redes SAN.

2. Capa media: comprende los protocolos de transporte y las capas de sesión.

- Fibre Channel Protocol (FCP): es una tecnología de Gigabit principalmente empleada en redes de almacenaje. Es el protocolo de transporte para SCSI en fibre channel, en el cual las señales pueden ser enviadas tanto en par trenzado de cobre o fibra óptica.
- iSCSI: es un protocolo de transporte de datos que transporta los comandos SCSI requeridos mediante la tecnología estándar de redes (TCP/IP).
- FCIP (Fibre Channel por IP): Es el método que permite la transmisión de FC mediante redes IP, es conocida también como FC tunneling.
- iFCP (Internet FCP): Es el método que permite enviar datos a dispositivos de almacenaje de una SAN mediante TCP/IP vía Internet.

3. Capa alta: comprende las capas de presentación y aplicación.

Server Attached Storage: inicialmente el almacenaje era compartido directamente por el bus del servidor utilizando una tarjeta de comunicaciones y el dispositivo de almacenamiento era dedicado solo a un servidor. Actualmente los dispositivos de almacenamiento disponen de una inteligencia que les permite gestionar fácilmente los grupos de RAID, disponibilidad de memoria caché ES, las unidades de control, etc.

La SAN crea zonas de recursos separados, cuyo objetivo principal es tanto el balanceo de cargas como añadir protección e impedir el acceso a sistemas no autorizados. Con este

método se evita la propagación de virus en el sistema, así como también la alteración de los datos por conflictos entre distintos sistemas operativos. (Guerrero Fernández, 2015).

2.3.7 Virtualización de Red.

La virtualización de red agrega tecnologías de hardware y software mostrando una visión distinta de la red virtualizada con respecto a la red física, así solamente los dispositivos que tengan acceso podrán ver los sistemas. Además, uno de los beneficios de la virtualización de red es la consolidación de varias redes en una sola, de esta manera, permite que varias cargas de red circulen por el mismo medio. (González, 2016).

2.3.7.1 Virtualización de las Funciones de Red.

Según (Plaza, 2015), se denomina NFV (Virtualized Network Functions) y tienen como objetivo trasladar las funciones de red de equipos físicos a un entorno de software que se ejecute sobre servidores de hardware. Las funciones de red virtualizadas deben funcionar normalmente entre los puntos de red sin tener que instalar nuevos equipos. La virtualización de las funciones de red puede aportar varios beneficios, entre los principales se destaca la reducción de costes en la adquisición de equipos y mantenimiento, mayor flexibilidad para ampliar, reducir o hacer cambios de expansión en la red, y la facilidad para desplegar nuevas aplicaciones o servicios.

2.3.7.2 Software para la Virtualización Open vSwitch.

Basado en software, Open Virtual Switch es un switch virtual de código abierto y está bajo licencia de Apache que se encuentra en el plano de datos, puede ser instalado sobre diferentes sistemas operativos y plataformas hardware. Open vSwitch habilita la

automatización de la red mediante su configuración, soportando también la administración de interfaces y protocolos. La virtualización en conjunto con Open vSwitch es utilizada para el desarrollo de infraestructura de redes virtuales, debido a la posibilidad de ejecutar múltiples conmutadores en un mismo host. (Guano Viscarra, 2017) Open vSwitch se constituye de múltiples componentes como se muestra en la Figura 13, los cuales se describen a continuación:

- `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, contiene la configuración del sistema.

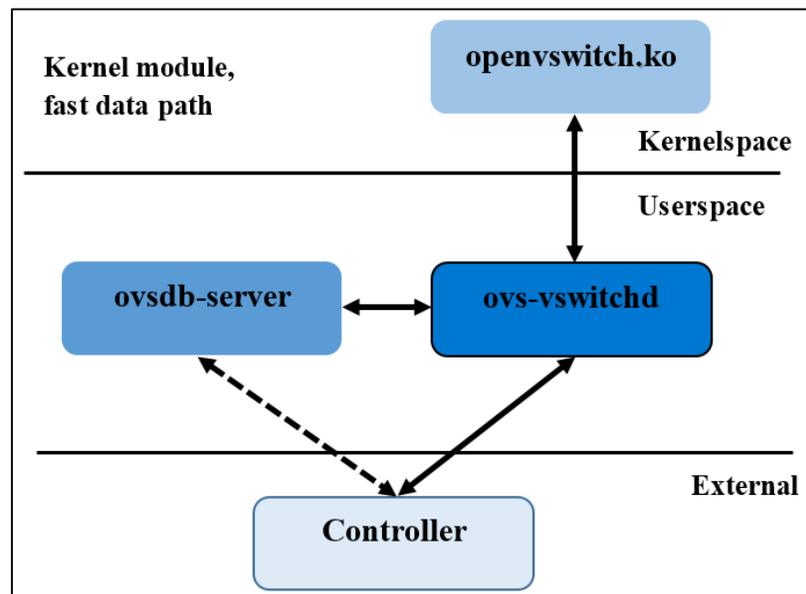


Figura 13. Componentes de Open vSwitch

Fuente: (Guano Viscarra, 2017)

Ofrece varias aplicaciones de control, las cuales brindan la posibilidad de configurar, administrar y monitorear el funcionamiento de un switch OpenFlow (Guano Viscarra, 2017). En la Figura 14 se puede observar las aplicaciones de control principales en las que se detallan las siguientes:

- ovs-dpctl: es utilizada para el control y la conexión del data path.
- ovs-vsctl: es utilizada principalmente para configurar el switch virtual
- ovs-ofctl: es una utilidad que se utiliza para conectarse con el ovs-vswitchd a través del OpenFlow.
- ovssdb-tool: se emplea para administrar la instancia de base de datos.
- ovs-appctl: se utiliza para administrar los procesos de demonio de Open vSwitch.

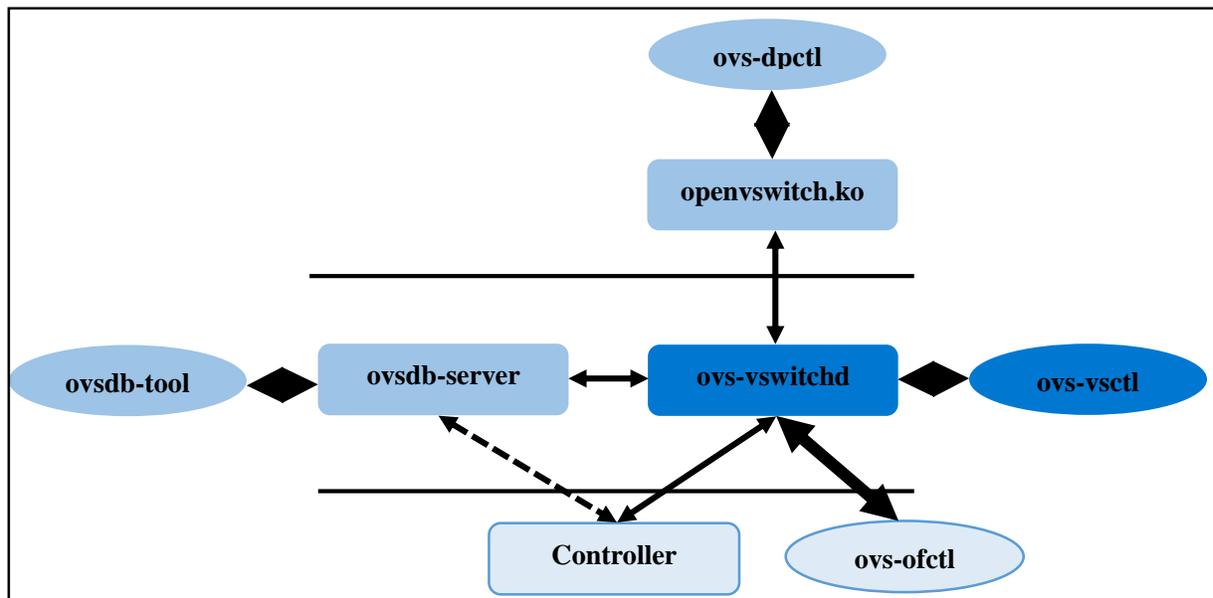


Figura 14. Aplicaciones de control de Open vSwitch

Fuente: (Guano Viscarra, 2017)

2.3.8 Virtualización de la Estación de Trabajo.

Según (Gillet, 2010) la virtualización de las estaciones de trabajo es la evolución lógica de la virtualización de servidores, ya que los servidores son capaces de ejecutar entornos aislados y fáciles de crear rápidamente. Debido a esto, se implementó los puestos de trabajo sobre servidores para que los usuarios puedan visualizar lo que ocurre en las máquinas virtuales.

Esta tecnología permite a cada usuario conectarse remotamente con una máquina virtual que se encuentra en los servidores del Datacenter a través de cualquier medio de comunicación. (Maillé & Mennecier, 2012).

2.4 Infraestructura de Virtualización

La infraestructura virtual permite realizar un análisis de los recursos físicos de un entorno TI para usarlos y gestionarlos en función de sus necesidades, agrupando computadores x86, almacenamiento y su red, en un pool unificado de recursos de TI. Según (Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010) la infraestructura virtual consta de los siguientes componentes:

- Hipervisor
- Conjunto de servicios de virtualización
- Soluciones de automatización

2.4.1 Hipervisor.

Se define al hipervisor como el componente más importante de la virtualización, ya que permite que varios sistemas operativos sean ejecutados en el mismo hardware a la vez. El

hipervisor es una capa de software entre el hardware y el Sistema Operativo. (González, 2016). Hay dos tipos de hipervisor:

- Hipervisor de tipo I: es conocido también como hipervisor nativo y se caracteriza por instalarse directamente en el hardware, como se muestra en la Figura 15, está relacionado directamente con la para-virtualización, ya que los sistemas operativos deben ser portados para su ejecución desde una interfaz que realiza la comunicación directa con el hardware.

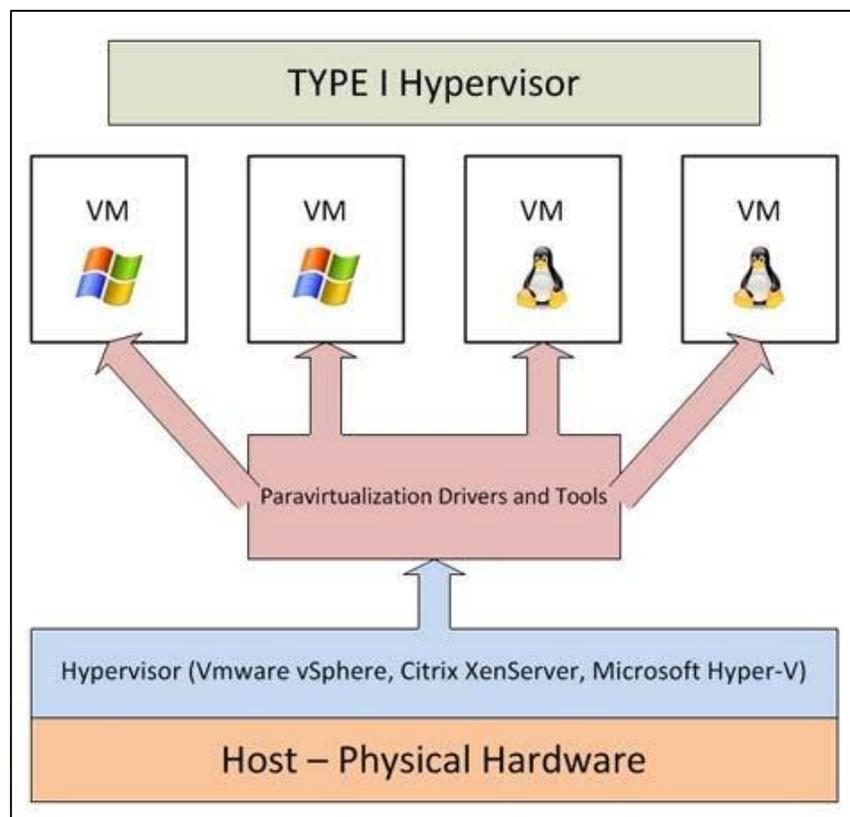


Figura 15. Hipervisor de tipo I

Fuente: <https://bit.ly/2NbhqYN>

- Hipervisor de tipo II: se define como hipervisor alojado en un S.O anfitrión, ya que para ser ejecutado depende de un Sistema Operativo existente. De esta manera,

como se observa en la Figura 16, los Sistemas Operativos virtuales se ejecutan en un tercer nivel sobre los recursos agregados del hardware y disponibles para el hipervisor.

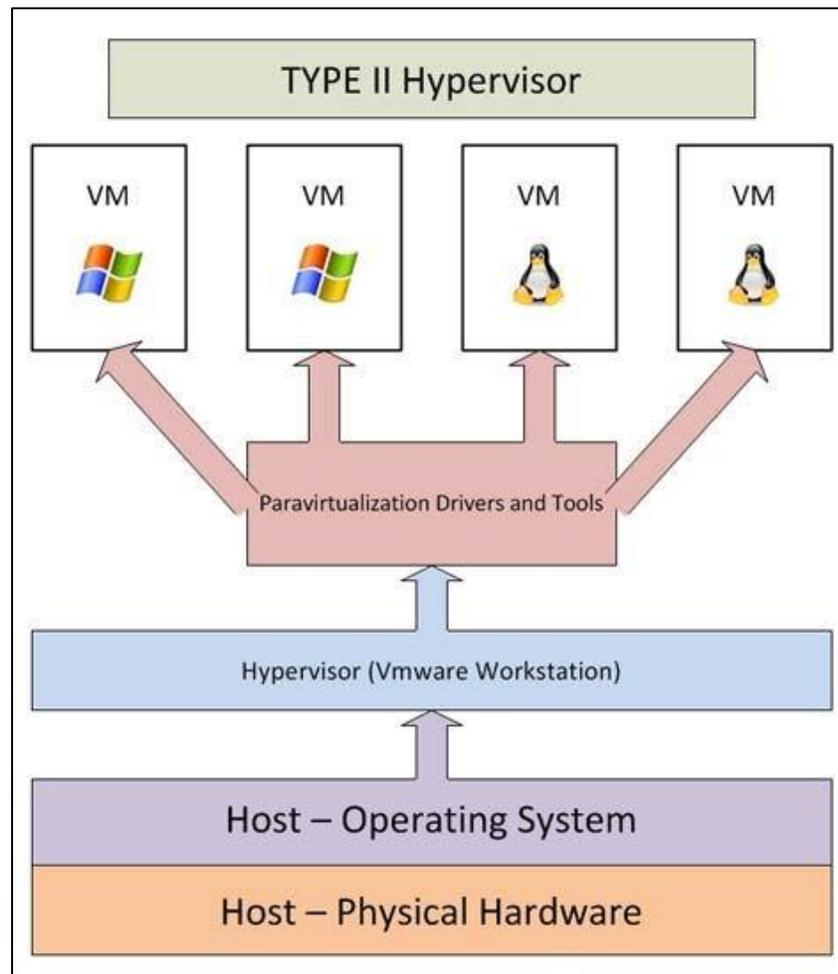


Figura 16. Hipervisor de tipo II

Fuente: <https://bit.ly/2NbhqYN>

2.4.2 Conjunto de Servicios de Virtualización.

El conjunto de servicios de infraestructura de sistemas distribuida basada en la virtualización, como gestión, permite optimizar los recursos disponibles entre las máquinas virtuales alojadas en los servidores. (Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010).

2.4.3 Soluciones de Automatización.

Permiten optimizar un proceso de TI concreto, ya que proporcionan las capacidades especiales necesarias para la recuperación ante desastres. Además, permite crear una infraestructura informática con altos niveles de utilización, disponibilidad y flexibilidad. (Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010).

2.5 Ventajas de la Virtualización

La virtualización es una tecnología que aporta muchos beneficios para entornos de las tecnologías de la información, según (Gillet, 2010) la virtualización debe ser aplicada por tres razones:

- Reducción de costes CAPEX / OPEX
- La facilidad de despliegue y administración
- El material obsoleto y la gestión de cambio

2.5.1 Reducción de costes CAPEX / OPEX.

La reducción de costes es primordial para una tecnología que se implementa en entornos de TI, y gracias a la virtualización se ha observado ahorros sustanciales a corto o largo plazo.

Las empresas distinguen 2 tipos de costes:

- Capex (Capital Expenditure): corresponde a los gastos relacionados con inversiones y capital (hardware, software, etc)
- Opex (Operational Expenditure): corresponde a los gastos relacionados con el funcionamiento de la empresa (talento humano, servicios, consultoría, gestión de proyectos, etc)

Entre las reducciones de gastos sobre los proyectos de virtualización aplicados a varias empresas se pudo destacar las siguientes:

- La compra de materiales tipo servidor: El principal ahorro visible luego de implementar la virtualización es en la compra de nuevos servidores. Este ahorro está expresado en factor, por ejemplo, el factor 6 quiere decir que un servidor alojará 6 máquinas virtuales. De esta manera los costes del material se dividen para 6. También se debe tener en cuenta varios aspectos como la consideración de la gestión de la virtualización y el uso de la licencia para cada máquina virtual ya que adoptan roles independientes, esto aumenta el valor del precio total, pero la disminución en la compra de servidores es cada vez más evidente.
- Compra de hardware de red: La compra de componentes de red se reduce notablemente, debido a que las máquinas virtuales están conectadas desde la misma tarjeta de red o agrupadas sobre la misma interfaz no necesitan componentes como routers o switch.
- Consumo eléctrico: En los últimos años la ecología ha tomado gran importancia llegando también a los sistemas de información, y gracias a la virtualización se ha reducido el uso energético considerablemente de los Datacenter aportando a la TI verde.

La TI verde presenta varias soluciones para el ahorro de energía eléctrica, disminución de CO₂ y gastos de hardware.

- Consumo de espacio: El consumo de espacio es una desventaja en los Datacenter y extremadamente de mantener. La virtualización disminuye ampliamente las

necesidades de espacio ya que la necesidad de hardware es muy inferior a la que había anteriormente.

2.5.2 Despliegue y Administración.

La virtualización facilita el despliegue de nuevos servidores o de nuevas aplicaciones en la infraestructura de empresas grandes o medianas, evitando la ralentización de los procesos de integración. Este proceso puede hacerse de manera automática y no necesita de nuevos recursos de hardware.

Otra ventaja es la fácil administración de los entornos virtuales, permitiendo supervisar todas las máquinas virtuales para saber su consumo y modo de funcionamiento.

2.5.3 Gestión de Cambio.

En los sistemas de información, los dispositivos o las aplicaciones tienen un ciclo de vida haciendo que su valor vaya disminuyendo debido a la obsolescencia del producto en vista de la evolución tecnológica.

Varias empresas que aún funcionan con aplicaciones sobre S.O antiguos corren el riesgo de que, si sus servidores colapsan, no puedan levantar la información en otros equipos debido a que el hardware de los nuevos servidores no soporta el sistema. Es por esto que la migración de estas aplicaciones hacia un entorno virtual puede resolver esta problemática.

El hardware que soporta los antiguos sistemas virtualizados es reciente y aporta en gran medida, debido a que los sistemas permanecen estables, aunque no existan los soportes de fabricante o actualizaciones. Así, generando tranquilidad a las empresas para no precipitarse en el desarrollo de nuevas aplicaciones, evitando un gasto excesivo de manera inmediata.

La obsolescencia de material se reduce en gran medida ya que las máquinas virtuales son independientes del hardware, y así, la migración de un servidor obsoleto a uno actual se realiza sin ningún problema y de forma transparente.

2.6 Desventajas de la Virtualización.

Según (Ros Marin, 2009) la virtualización aporta innumerables beneficios para el trabajo de una empresa, pero también existen algunos inconvenientes al trabajar con VM que podrían considerarse como elementos en contra. A continuación, se detallan algunos inconvenientes:

- Gran requisito de espacio: trabajar con VM implica realizar un replanteamiento sobre el almacenamiento, ya que en entornos con poco espacio las máquinas virtuales fallan. Evidentemente se debe disponer de espacio sobredimensionado en el disco.
- Hay sistemas no virtualizables o que no tienen soporte del fabricante en entornos virtualizados: existen equipos o sistemas no compatibles a la virtualización por lo que es mejor excluir los del entorno virtual.
- Formación necesaria: aparentemente la virtualización es simple, pero sin una base formativa puede complicarse, es por esto que se recomienda tener bien consolidados los conocimientos sobre los sistemas y entornos virtualizados.
- Desconfianza inicial: existen algunas empresas que sienten el primer rechazo a entornos virtualizados, o varios encargados de sistemas se oponen al proyecto.

2.7 Consolidación de Servidores

Implementación en la cual se evita el desperdicio de recursos de hardware de varios servidores integrando de acuerdo a las capacidades en uno solo, varios servicios que de otra

manera estarían en otros servidores sin aprovechar todos los recursos disponibles. Esto se logra mediante la virtualización, donde los servicios o servidores son independientes el uno del otro y únicamente comparten recursos de hardware. (VMWare, 2007).

La consolidación de servidores se define como una estrategia basada en un marco referencial (framework) que permite determinar la manera más adecuada de llevar a cabo la consolidación de equipos. No solamente es la necesidad de reducir el número de servidores, ya que la consolidación representa distintas cosas para cada empresa debido a que tienen requisitos específicos de TI. (Hernández, 2011).

2.7.1 Tipos de Consolidación de Servidores.

Según (Hernández, 2011) la consolidación de servidores permite optimizar el uso de la infraestructura de una empresa mediante una estrategia. Para el proceso de consolidación se proponen las siguientes fases:

- Centralización
- Consolidación física
- Consolidación de almacenamiento
- Integración de datos
- Integración de aplicaciones

2.7.1.1 Centralización.

En un proyecto de consolidación el primer paso es la agrupación en un espacio común de los activos de TI, principalmente los servidores. Estando centralizada la infraestructura se

puede planear las estrategias de consolidación de aplicaciones o almacenamiento, además de poder medir su crecimiento a futuro. (Hernández, 2011).

La centralización es el tipo de red donde todos los usuarios están concentrados a servidor central, el cual actúa como agente de comunicaciones. El servidor almacenará tanto las comunicaciones, así como también la información del usuario y cuentas. (QuinStreet Enterprise., s.f.).

2.7.1.2 Consolidación Física.

Es el resultado de la consolidación de servidores, ya que al resumir todos los servicios servidores y centrales en uno solo, no sólo se reduce el número de servidores físicos que se requieren, sino también se optimiza la utilización de recursos físicos. El espacio físico requerido para un sistema es mucho menor, su consumo de energía también se ve reducido, la temperatura de los elementos es mucho más fácil de controlar. (Anixter Inc, 2018).

En este proceso se requiere la sustitución de pequeños servidores por equipos de mayor capacidad. Generalmente la centralización es un requisito previo, ya que teniendo la infraestructura agrupada se puede identificar los periodos de mayor utilización de los servidores, facilitando la toma de decisiones para la integración de los equipos pequeños, independientemente de si se consolida toda la infraestructura o solamente ciertas áreas de la empresa. El principal objetivo es que la nueva infraestructura debe alojar a los servidores sin cambios importantes en su configuración, este proceso se hace más eficiente gracias a la virtualización. (Hernández, 2011).

2.7.1.3 Consolidación de Almacenamiento.

Es el agrupamiento y aprovisionamiento de almacenamiento compartido entre los recursos, no es necesario una conexión directa física con los elementos de almacenamiento, únicamente cada servidor y estación de trabajo estará proveída de acceso a almacenamiento en red, que será asignado acorde a la utilización que el usuario necesite. (Gray, McArthur, & Turner, 2002).

2.7.1.4 Integración de Datos.

Se refiere a la capacidad que tienen los dispositivos de red a adaptarse para utilizar la misma infraestructura física, y ser capaces de transmitir diferentes tipos de datos, cada uno teniendo sus propias particularidades y requerimientos específicos de manejo, almacenándolos en un medio redundante. (Gai & DeSant, 2010).

Los ambientes consolidados tienen como fin proporcionar un repositorio común de la información a todos los equipos, considerando su accesibilidad a esos datos. Una solución de alta disponibilidad como almacenamiento en red (SAN), permite que los datos sean consolidados en un solo equipo con altas prestaciones y gran capacidad, que reduzca el riesgo de pérdida, robo o alteración. (Hernández, 2011).

2.7.1.5 Integración de Aplicaciones.

La consolidación de aplicaciones libera costos de respaldo y de administración de recursos de almacenamiento, la consolidación reduce el espacio, puesto que todos los usuarios acceden a los mismos recursos desde terminales diferentes y a cada uno se le inicia una sesión distinta. (Smith, 2011).

En la Figura 17 se muestra el proceso de consolidación aplicando las fases descritas anteriormente.

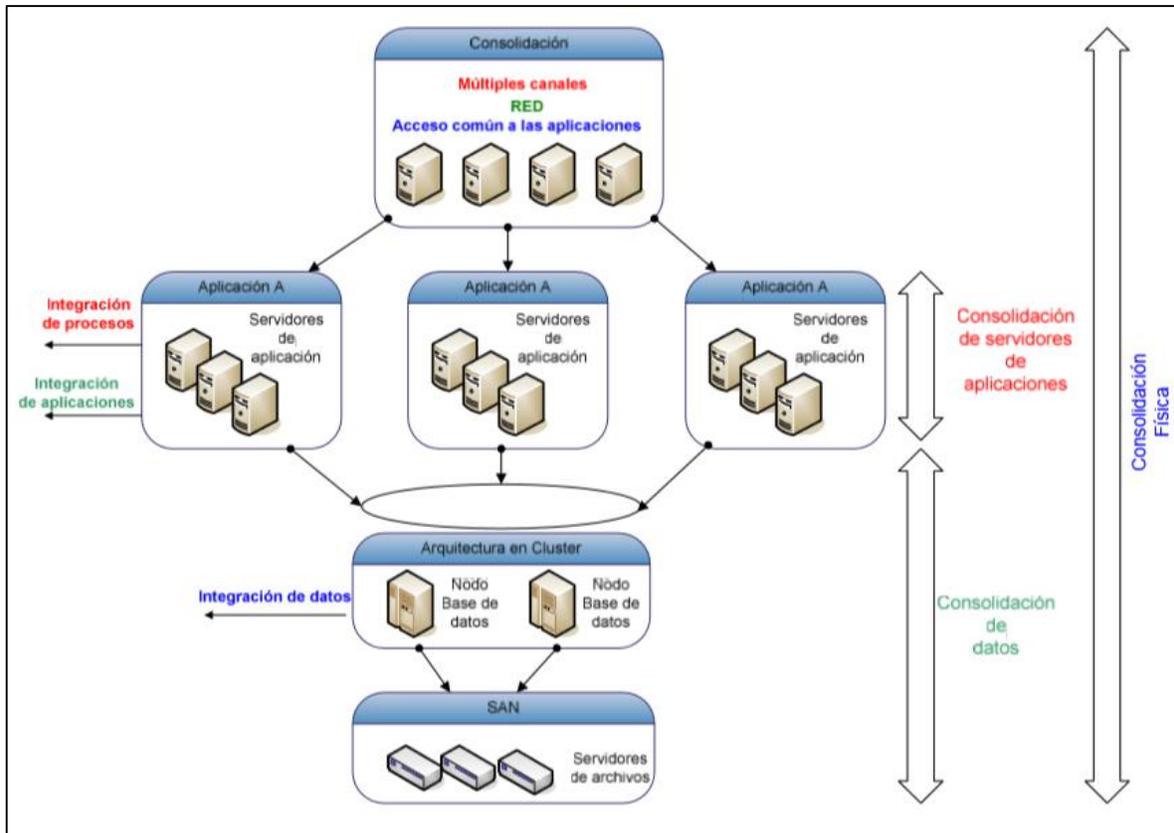


Figura 17. Fases de consolidación

Fuente: (Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010)

2.8 Software de Virtualización Open Source PROXMOX

Proxmox es una plataforma completa de código abierto para la virtualización empresarial, se basa en la virtualización KVM y los contenedores de Linux (LXC), el almacenamiento definido por software y redes virtuales, la fácil administración de clústers de alta disponibilidad y herramientas para la recuperación de desastres. Proxmox VE permite virtualizar la infraestructura TI, así como también optimizar los recursos existentes y aumentar la eficiencia con una inversión mínima. (Proxmox Server Solutions GmbH, 2018).

2.8.1 Proxmox Virtual Environment.

Proxmox es un entorno Open Source basado en la distribución Debian de Linux, llamado también hipervisor o Virtual Machine Monitor para la virtualización de servidores. Permite instalar varios sistemas operativos en una sola máquina o clúster creado. (Cheng, 2014).

Las principales características de Proxmox VE se detallan a continuación:

- Código abierto: es de código abierto en General Public License, lo que significa que puede ver, modificar y eliminar el código fuente libremente, y distribuir su propia versión siempre que cumpla con la licencia.
- Migración en vivo: esto permite mover una máquina virtual en ejecución de un servidor físico a otro sin tiempo de inactividad.
- Alta disponibilidad: en el modo de clúster HA de Proxmox, cuando un nodo falla, las máquinas virtuales restantes se moverán a un nodo sano para asegurarse de que haya una interrupción mínima del servicio.
- Red interconectada: Proxmox VE permite a un usuario construir una red privada entre las máquinas virtuales. Las opciones de VLAN también están disponibles.
- Almacenamiento flexible: hay disponible una amplia gama de opciones de almacenamiento, incluidas tecnologías de almacenamiento basadas en red y locales como LVM, iSCSI, NFS, el sistema de archivos Gluster y el sistema de archivos CEPH.
- Copia de seguridad programada: se proporciona una interfaz de usuario a los usuarios para que puedan configurar su propia estrategia de respaldo. Los archivos de copia

de seguridad se pueden almacenar localmente o en cualquier opción de almacenamiento compatible que haya configurado.

En la Figura 18 se muestra el diagrama de la infraestructura de la plataforma Proxmox.

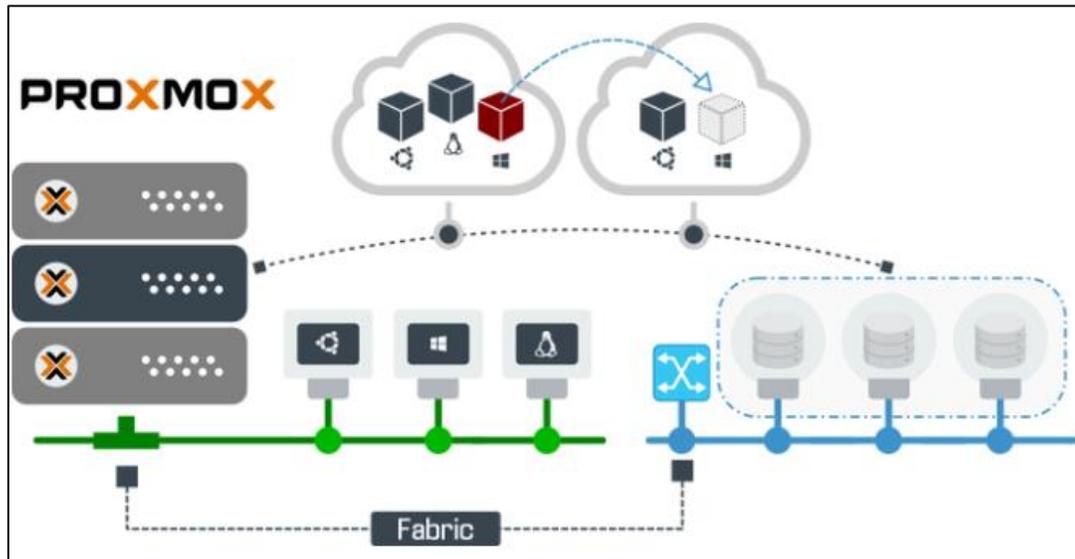


Figura 18. Plataforma de virtualización Proxmox

Fuente: <https://bit.ly/2X8aX5u>

Actualmente se considera un entorno estable y con buen soporte, preparado profesionalmente para grandes servidores en sectores empresariales. Integra la gestión de contenedores, máquinas virtuales, redes virtuales, almacenamiento y clúster de alta disponibilidad, permitiendo una fácil administración desde una línea de comandos o interfaz web sencilla sin la necesidad de un controlador dedicado externo. (Navarro, 2016).

Proxmox VE es un hipervisor de tipo 2 ya que la capa de virtualización se monta sobre un Sistema Operativo anfitrión, completamente funcional y autónomo. Se publica bajo la licencia GNU Affero General Public License (V3), que añade la obligación de distribuir el

software si éste se ejecuta para ofrecer servicios a través de una red de ordenadores, por lo tanto, esta licencia asegura la cooperación con la comunidad.

2.8.1.1 Contenedores y Máquinas.

Proxmox está formado por tres tecnologías abiertas LXC, KVM y QEMU. En la Figura 19 se muestra como la combinación de KVM/QEMU permite el trabajo con máquinas virtuales, aportando para-virtualización o virtualización completa. El Kernel-based Virtual Machine (KVM) contribuye con la virtualización completa aprovechando el hardware del equipo (Intel VT-X o AMD-V); QEMU por otra parte, es un emulador genérico y Open Source, que apoyado en XEN o KVM proporciona una interfaz de comunicación con el espacio de usuario permitiéndole el control y administración. (Navarro, 2016).

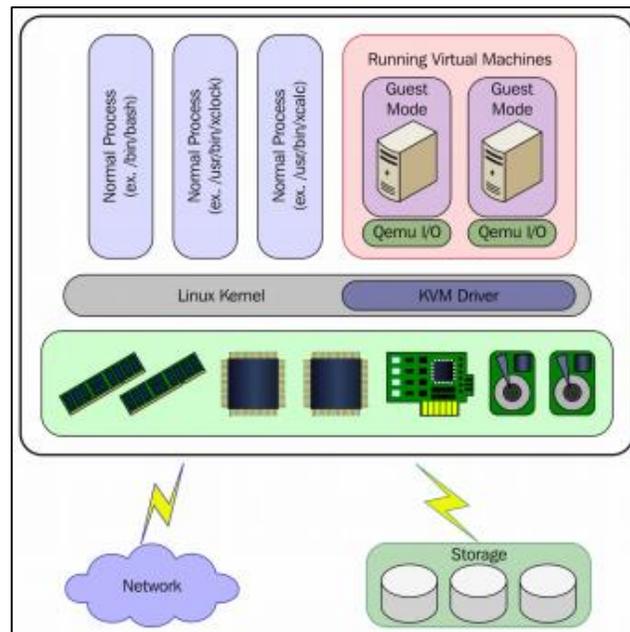


Figura 19. Integración KVM – QEMU

Fuente: (Navarro, 2016)

Adicionalmente, el sistema de contenedores Proxmox trabaja con LXC ya que ofrecen un entorno lo más cercano posible al que obtendría de una máquina virtual, pero sin la sobrecarga que conlleva la ejecución de un kernel independiente y la simulación de todo el hardware.

En la Figura 20 se indica la mejora en la virtualización al usar contenedores de Linux con una comparación a nivel de capas.

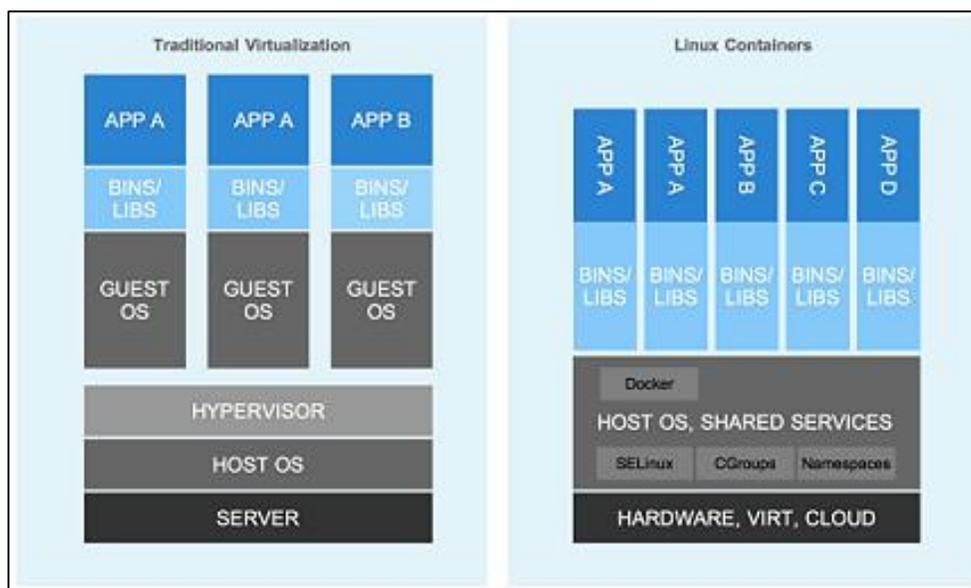


Figura 20. Virtualización tradicional vs LXC

Fuente: <https://bit.ly/2T3nmsk>

2.8.1.2 Almacenamiento.

Proxmox tiene un sistema de almacenamiento muy flexible, permite ubicaciones locales, compartidas en red o distribuidas y de distintos tipos. La elección de este sistema es importante, ya que el tipo compartido permite la migración en vivo de las máquinas virtuales entre nodos del clúster.

Las tecnologías de almacenamiento en red soportadas y gestionables directamente desde la interfaz web son las siguientes:

- Dispositivos iSCSI
- Grupos LVM (sobre dispositivos iSCSI)
- Comparticiones NFS
- Dispositivos de bloques Ceph
- Conexión directa con LUNs de iSCSI (unidades lógicas)
- GlusterFS

En almacenamiento local:

- LVM Group (sobre dispositivos locales)
- Directorios (montaje en cualquier sistema de ficheros local)
- ZFS

Hay que tener en cuenta que cada tipo de almacenamiento tiene un propósito diferente, y cada uno almacena información diferente.

2.8.1.3 Modelo de Red.

La infraestructura virtual de red de Proxmox VE se basa en un modelo de puente, en capa 2. Cada máquina puede compartir el mismo puente como si cada una estuviera conectada físicamente al mismo switch con un cable. Además, aporta con más flexibilidad ya que cada nodo puede mantener hasta 4094 puentes, admite configuraciones de VLAN, agregación de enlaces, creación de subredes enrutadas y principalmente tiene disponibilidad en el proyecto Open vSwitch. (Navarro, 2016).

2.8.1.4 Requisitos de hardware.

Uno de los motivos primordiales para elegir a Proxmox como plataforma de virtualización es la baja exigencia de infraestructura de hardware que necesita, ya que realiza todo el trabajo sobre el mismo servidor. Para entornos de prueba los requisitos mínimos que el equipo debe cumplir son los siguientes:

- Procesador con arquitectura de 64bit y placa base con soporte de Intel VT o AMD-V para realizar virtualización completa sobre KVM.
- Mínimo de 1GB de RAM
- Disco duro y tarjeta de red.

Y como hardware para un sistema en producción se recomienda lo siguiente:

- Servidor con dos o cuatro sockets y procesador de 4/6/8 núcleos.
- CPU de 64bit con Intel VT o AMD-V.
- 8GB de RAM, cuanta más mejor.
- Sistema para RAID por hardware y baterías de protección de caché.
- Unidades de disco rápidas, SAS o RAID10 recomendado
- Dos tarjetas de red Gigabit.

Para obtener un sistema estable y con un rendimiento adecuado estos requisitos están sobre lo necesario, sin embargo; se debe tomar en cuenta que siempre dependerá de la exigencia y carga a la que será sometido el sistema.

2.8.2. Almacenamiento compartido con Proxmox.

Un sistema de almacenamiento compartido ofrece muchos beneficios en un clúster de Proxmox haciendo más simple su administración ya que se puede acceder de forma simultánea por varios dispositivos o nodos en red. (Castro Cuasapaz & Massa Manzanillas, 2010).

Un clúster Proxmox puede funcionar con un sistema de almacenamiento Direct Attached Storage (DAS) o un local en el mismo nodo. Para los ambientes virtuales empresariales contar con un sistema de almacenamiento compartido es una opción lógica debido a que los datos crecen de forma exponencial alcanzado varios terabytes con datos críticos y backups de las máquinas virtuales.

2.9 Tecnologías relacionadas

2.9.1 Clustering.

Consiste de un arreglo de computadoras conectadas que trabajando juntas pueden ser vistas como un único sistema, y que, a diferencia con una grilla de computadoras, en un clúster cada uno de sus nodos trabaja en las mismas funciones controladas por el software supervisor.

Es utilizado para redundancia y balanceo de carga, optimización de carga computacional y para almacenamiento.

Existen varios tipos de clúster como son:

2.9.1.1 Alto Rendimiento.

Ocupan los recursos del clúster por grandes cantidades de tiempo ya que requieren una gran cantidad de procesamiento y memoria.

2.9.1.2 Alta Disponibilidad.

Asegura un cierto porcentaje de continuidad operacional durante un periodo establecido previamente, de esta manera se debe diseñar sistemas o estructuras que permitan la disponibilidad de los recursos para uso del usuario final. Está estructura es un clúster con mínimo dos máquinas que actuarán como nodos.

Un sistema que supere un porcentaje de disponibilidad del 99.5% se denomina un sistema de alta disponibilidad. Y un sistema que garantice un nivel de disponibilidad del 99.999% o más, es porque se trata de un sistema tolerante a fallos.

Todo sistema debe contar con SLA (Service Level Agreement) o un acuerdo de nivel de servicio, que define el tiempo de vigencia del servicio. La disponibilidad que en IT se aplica para los servicios que necesitan 24/7 se calcula con la siguiente fórmula:

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

Ecuación 1. Cálculo de la Disponibilidad

Fuente: (Cheng, 2014)

Donde:

Expected uptime (EU) = Horas comprometidas de disponibilidad: $24 \times 365 = 8,760$ Horas/año.

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

En la Figura 21 se muestra el porcentaje de disponibilidad dependiendo del tiempo de caída del sistema.

Disponibilidad (%)	Tiempo offline/año	Tiempo offline/mes	Tiempo offline/día
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

Figura 21. Disponibilidad para un sistema 24/7

Fuente: <https://bit.ly/2SXMf8y>

2.9.1.3 Balanceo de Carga.

Se refiere a la distribución del tráfico de red que existe entre un grupo de servidores para mejorar su eficiencia.

Capítulo 3. Situación Actual de la Red de la Clínica Dame y Rediseño de la misma para la Virtualización

En el siguiente capítulo se describe una guía para realizar el levantamiento de información de la Clínica DAME, y el análisis para la implementación de una metodología para el rediseño y segmentación de la red, y la implementación de la infraestructura virtual. Para lo cual se evalúan los servidores y aplicaciones existentes en el Centro de Datos de la institución.

3.1 Situación Actual

Para realizar la evaluación de la situación actual de la infraestructura de red de la Clínica DAME, primero se debe implementar un estudio de consolidación el cual permite analizar la capacidad, la carga de trabajo y la utilización de los recursos de TI, para luego proceder a la planificación e implementación de la infraestructura virtual.

3.1.1 Análisis de la Infraestructura Actual.

La Clínica DAME S.A es una institución médica privada ubicada en la ciudad de Quito en la calle 18 de Septiembre Oe5-116 y Av. Universitaria, cuyo objetivo es brindar servicios de salud de manera eficiente y responsable a la ciudadanía, funcionando de manera ininterrumpida las 24 horas de día. Esta institución colabora con las Políticas de Salud tanto en los procesos de Prevención y tratamiento en todas las especialidades Médicas.



Figura 23. Página web Clínica DAME

Fuente: <http://www.clinicadame.com/>

Esta institución funciona desde hace 19 años empezando como una pequeña Clínica especializada en cuidados intensivos de adultos, los socios fundadores son un grupo de médicos mayormente intensivistas, los cuales forman la junta general quien es la encargada de tomar las decisiones de la Clínica en cuanto conformar el equipo de médicos de todas las especialidades clínico-quirúrgicas, y las situaciones administrativas, pasando luego por la gerencia. También cuenta con la dirección médica y dirección administrativa que se encargan de la evaluación y labores de los trabajadores de la Clínica, en las distintas áreas, como se muestra en el organigrama en la Figura 24. Actualmente trabajan alrededor de 96 personas con nombramiento en la institución y más de 100 personas en contrato ocasional.

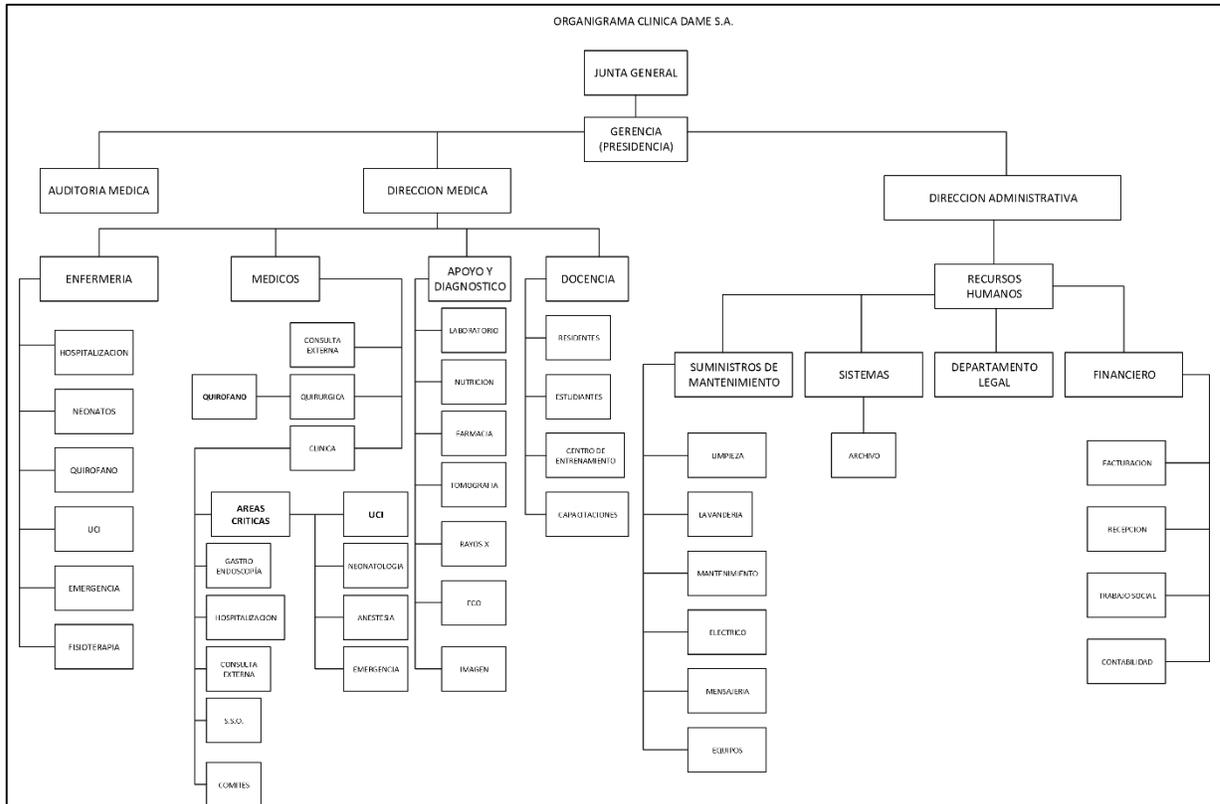


Figura 24. Organigrama Clínica DAME

Fuente: Clínica DAME

La Clínica DAME S.A ofrece una amplia oferta de salud brindando atención clínico-quirúrgica en todas las especialidades médicas, servicios de hospitalización, emergencias y ayuda diagnóstica. Contando con los siguientes servicios en las diferentes áreas:

- Consulta Externa: Cardiología, Gastroenterología, Endocrinología, Neurología, Neumología, Medicina Interna, Psiquiatría, Psicología, Oncología, Hematología, Dermatología, Nefrología, Cardiorácica, Urología, Cirugía Plástica, Otorrinolaringología, Oftalmología, Neurocirugía, Cirugía Vasculat, Ortopedia, Artroscopia, Traumatología, Maxilofacial, Ginecología y Obstetricia, Cirugía General y Laparoscópica, Clínica de Heridas, Anestesiología.

- Hospitalización: Clínica y Cirugía, Cuidados intensivos de adultos y niños, Cuidados intensivos neonatales, Emergencias.
- Apoyo Diagnóstico, Laboratorio e Imagen: Tomografías, Angiotac, Mamografías, Ecosonografías, Ecocardiografías, Rayos X, Punción dirigida por TAC.
- Endoscopias: Eda, Colonoscopia, Cistoscopia, Broncoscopía, Hemodiálisis, Hemodiafiltración.
- Clínicas Especializadas: Cardio-metabólico, Electrocardiograma, Mapeo de Presión y Holter, Urodinamia, Cistoscopia, Litotripsia.
- Odontología: Reconstrucción, Estética, Endodoncia, Ortodoncia y Prótesis.
- Ambulancia, Farmacia.

También, trabaja conjuntamente con varias instituciones médicas principalmente con el Hospital del IESS Andrade Marín de la ciudad de Quito, atendiendo a varios pacientes de estas entidades en consultas externas y procesos quirúrgicos, además de brindar cursos de capacitaciones con certificaciones internacionales conjuntamente con la Asociación Estadounidense del Corazón (American Heart Association AHA).

Según estadísticas del año anterior la Clínica DAME atiende alrededor de 200 personas al mes en los distintos servicios que ésta ofrece, contando con una infraestructura de mediano tamaño que consta de varios departamentos como:

- Imagenología
- Hospitalización
- Emergencia
- UCI

- Quirófano
- Neonatología
- Pediatría
- Consultorios
- Odontología
- Oftalmología
- Laboratorio
- Farmacia
- Centro de fisioterapia
- Sistemas
- Área administrativa
- Trabajo social
- Lavandería
- Bodega

Los departamentos anteriormente mencionados y su distribución dentro de la Clínica se muestran en las Figuras 25, 26, 27, 28 y 29.

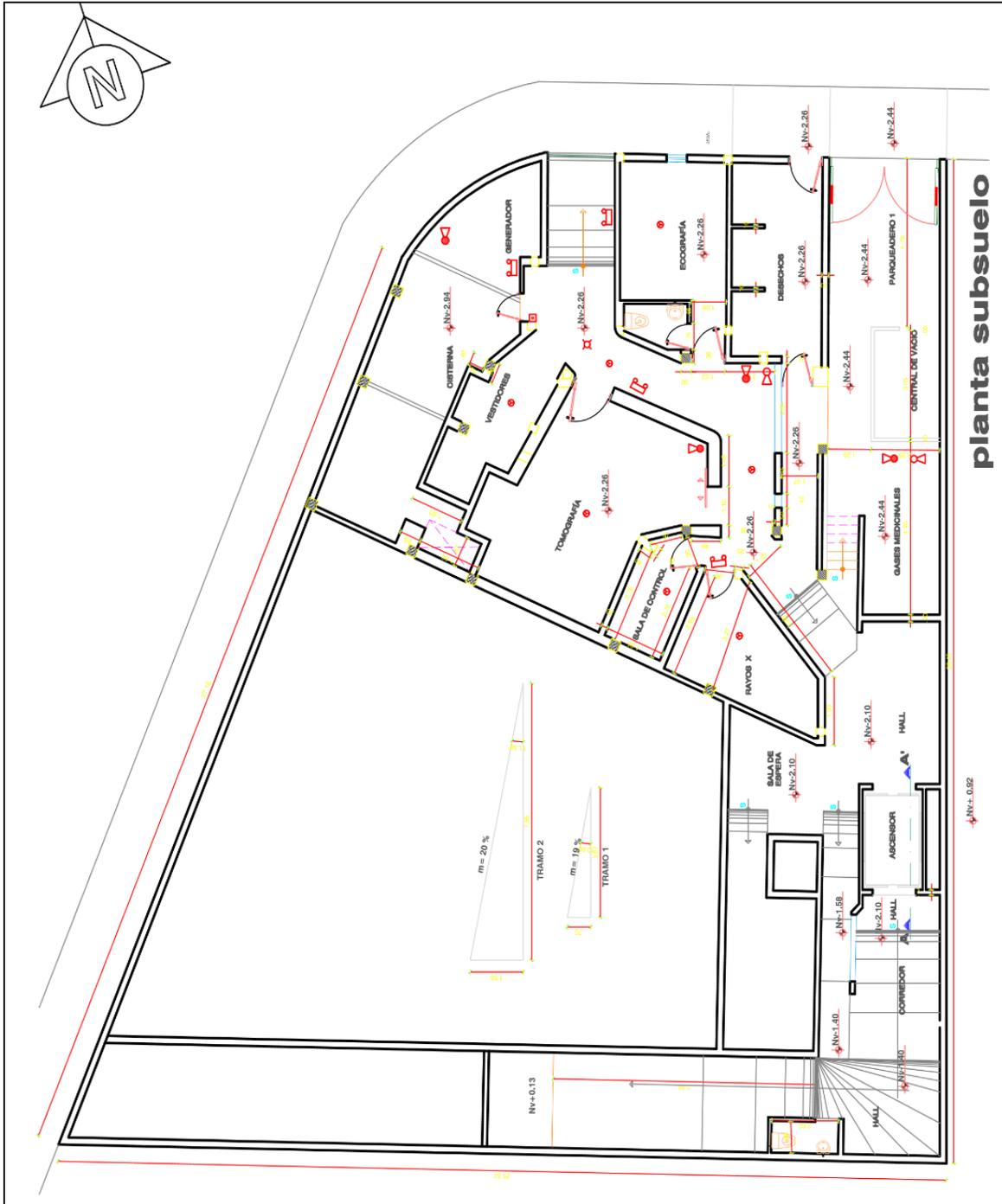


Figura 25. Plano del subsuelo de la Clínica DAME

Fuente: Clínica DAME

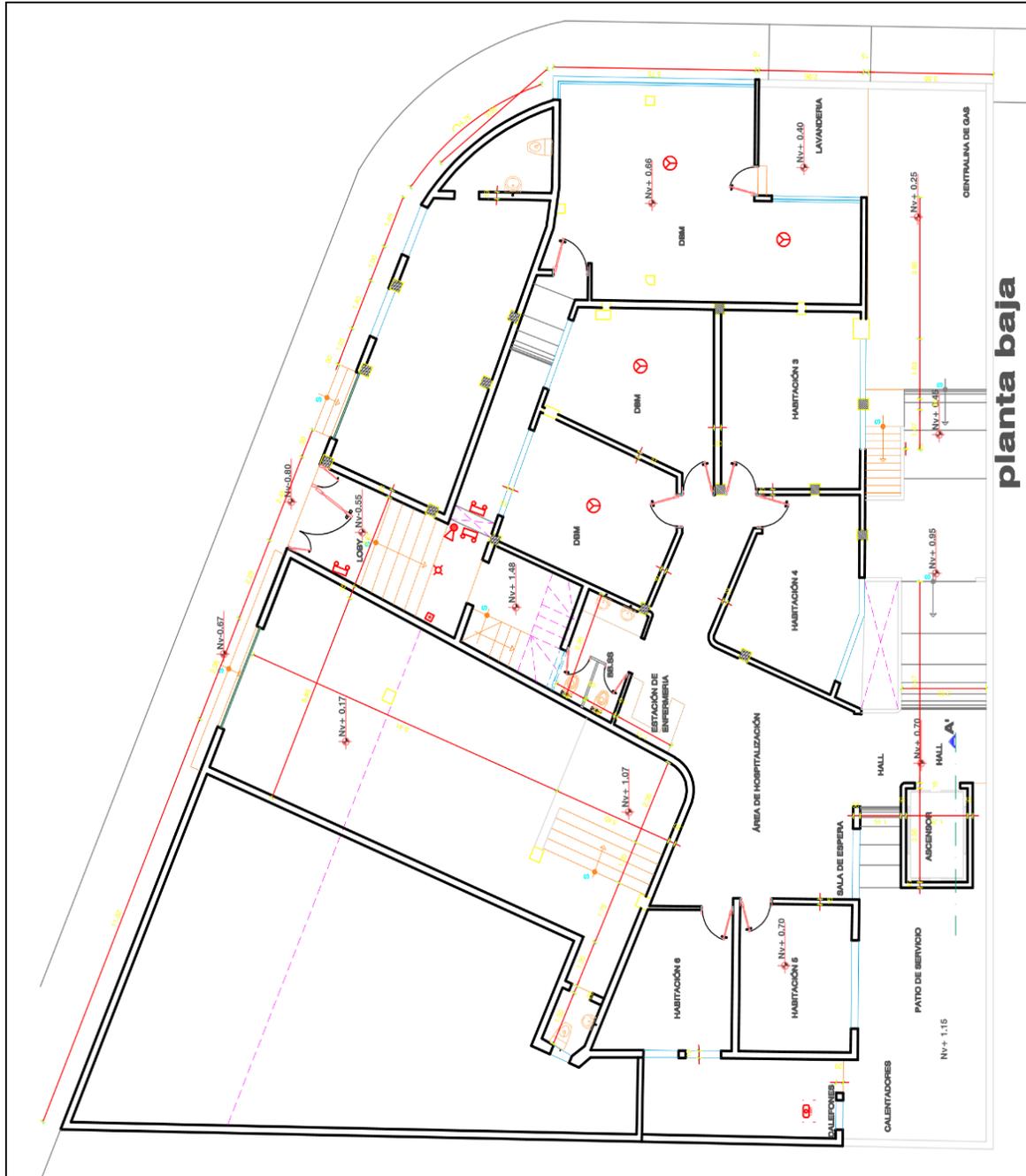


Figura 26. Plano de la planta baja de la Clínica DAME

Fuente: Clínica DAME



primera planta alta

Figura 27. Plano del primer piso de la Clínica DAME

Fuente: Clínica DAME



segunda planta alta

Figura 28. Plano del segundo piso de la Clínica DAME

Fuente: Clínica DAME

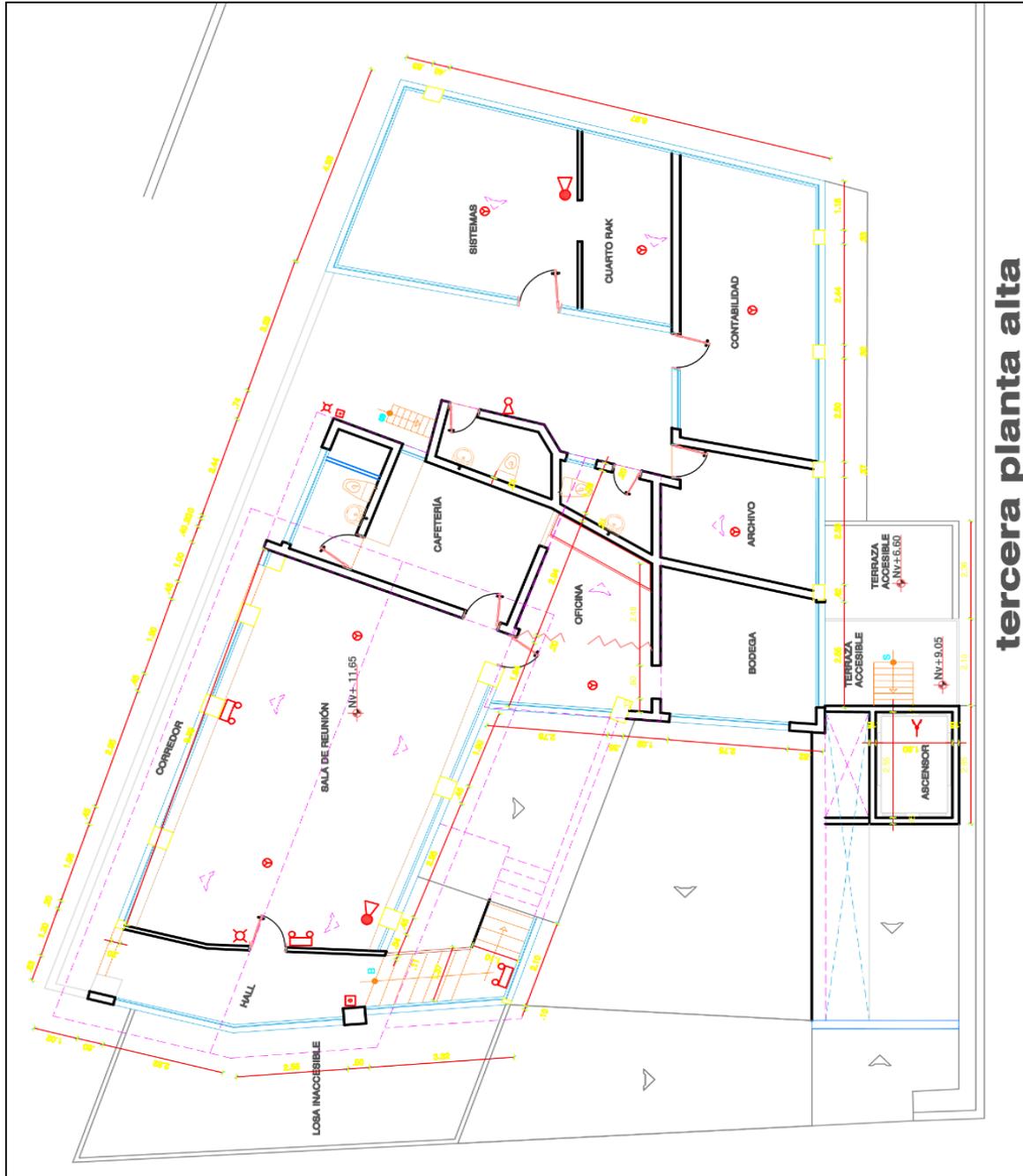


Figura 29. Plano del tercer piso de la Clínica DAME

Fuente: Clínica DAME

Debido al crecimiento en la demanda de servicios clínicos se implementó un Centro de Datos que se encuentra dentro del departamento de sistemas en el tercer piso de la Clínica, donde todos los equipos están ubicados como se puede observar en la Figura 29. Esto

solventaba las necesidades de la Clínica, sin embargo, existían varios problemas en la red como la saturación de enlaces, y la caída o retardo en la prestación de los servicios. Por lo que es necesario optimizar los recursos de la Clínica para cumplir eficientemente en la atención a sus pacientes.

En la infraestructura de red, actualmente los equipos activos que conforman el Centro de Datos son tres switch administrables HP (A5120), dos switch Nexxt (Naxos2400R), un firewall WatchGuard (XTM3), un router Cisco (serie 800) y alrededor de siete CPU que funcionan como servidores. Como se puede observar en la Figura 30.

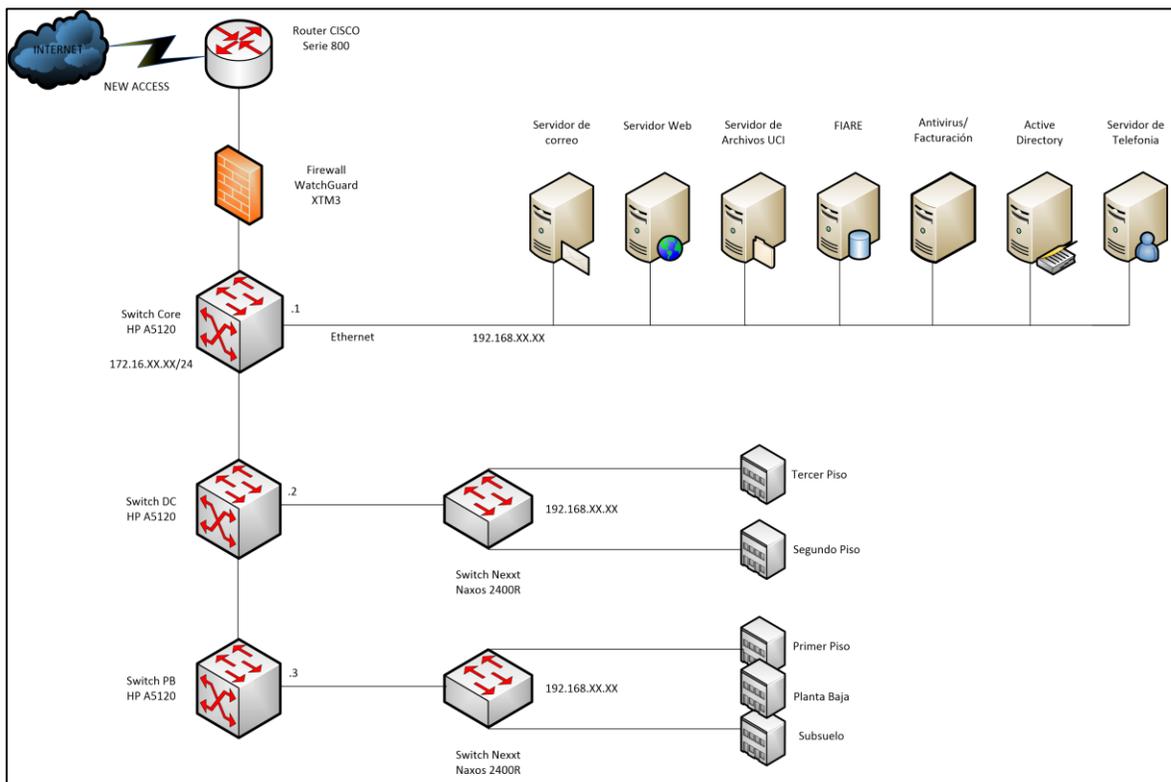


Figura 30. Diagrama de red de la Clínica DAME

Fuente: Centro de Datos de la Clínica DAME

La infraestructura vigente se encuentra desplegada sobre servidores físicos dedicados que brindan servicios como: telefonía ip, correo electrónico institucional, DNS, antivirus, Active

Directory y páginas web bajo software libre, el uso de biométricos para registros de asistencia y cámaras de seguridad, además, el área de desarrollo de software se enfoca en la elaboración de servicios como FIARE, facturación electrónica e intranet; todos con el fin de mejorar la atención y productividad de la Clínica.

La red de la Clínica DAME tiene una topología estrella jerárquica lo que permite la conexión distribuida en la institución, cuenta con una solución de firewall WatchGuard XTM3 de la empresa New Access para la conexión con Internet. Éste se conecta al switch de Core, un equipo HP A5120 de 24 puertos a 10/100/1000 Mbps, en el cual se conectan todos los servidores de la Clínica. A éste se conectan dos conmutadores de acceso de la marca HP A5120 de 48 puertos a 10/100/1000 Mbps a través de cascadas. A cada switch de acceso se conecta un switch de 24 puertos de la marca Nexxt, de los cuales distribuyen puntos de red a cada oficina de la Clínica para la conexión de computadores, impresoras, teléfonos y cámaras de vigilancia.

En la Tabla 1 a continuación, se indica el número de equipos conectados a la red distribuidos en toda la infraestructura de la Clínica.

Tabla 1

Número de equipos conectados a la red de la Clínica DAME

Departamento	CPU	Teléfonos ip
AHA	2	1
Archivo	1	1
Auditoria Médica	3	1
Laboratorio	2	1
Cardiología	2	1
Consulta externa	2	1
Consultorios	2	1
Pediatría	4	1

Contabilidad	3	1
Dirección administrativa	2	1
Dirección medica	1	1
Emergencia	2	1
Facturación	4	1
Farmacia	3	1
Gastroenterología	1	1
Gerencia	2	1
Hospitalización	3	1
Imagen	3	1
Mantenimiento	1	1
Neonatología	2	1
Pagos	2	1
Quirófano	2	1
Recepción	2	1
RRHH	1	1
Sistemas	4	1
Trabajo social	2	1
Triage	1	1
UCI	4	1
TOTAL	63	28

Fuente: Centro de Datos de la Clínica DAME

Además, alrededor de la Clínica se encuentran desplegadas 28 cámaras de seguridad, y el biométrico para los registros de asistencia.

3.2 Estudio de Consolidación

En este proceso se realiza un inventario de los servidores que permite conocer la capacidad y carga de trabajo de cada uno en la utilización de los recursos, para luego proceder a la selección de los equipos que serán parte de la infraestructura virtual.

3.2.1 Análisis de Servidores.

La información de los servicios que se encuentran en el Centro de Datos de la Clínica DAME es de gran importancia para conocer el estado actual y la capacidad del hardware que se encuentra disponible.

En la Tabla 2 se detalla las características de los equipos que utiliza el Datacenter de la entidad como servidores, es importante destacar que existen servicios que se ejecutan sobre un mismo dispositivo.

Tabla 2

Detalles de las características de los servidores DAME

Aplicación	Marca	Sistema Operativo	Procesador	RAM	Disco
Correo Institucional	Gigabyte GA-H81M-S1	Linux Zimbra	Intel® Core™ i3-2310M	8GB	2TB
FIARE	AsusPrime H270M-Plus	Windows Server 2008R2	Intel® Core™ i7- 7560U	16GB	2TB
Telefonía IP	Gigabyte GA-H81M-H	Elastix 4	Intel® Core™ i3-2310M	8GB	500GB
Archivos UCI/ Biométricos	HP-Proliant DL320e Gen8	Windows Server 2008R2	Intel®Xeon® CPU E5640	16GB	1 TB
Antivirus/ Facturación	Biostar LGA1150	Windows Server 2008R2	Intel® Core™ i5	8GB	1TB
Active Directory	Gigabyte GA-H81M-DS2	Windows Server 2008	Intel® Core™ i7- 7560U	16GB	2TB
Intranet	Gigabyte GA-H81M-DS2	Centos 7	Intel® Core™ i7- 7560U	8GB	1TB

Fuente: Centro de Datos de la Clínica DAME

A continuación, se realiza el análisis de los servidores:

3.2.1.1 Servidor de Correo.

El servidor de correo esta implementado sobre un CPU de marca Gigabyte con procesador Intel® Core™ i3-2310M, se encuentra desplegado sobre una plataforma Linux con la aplicación de código abierto Zimbra. Este servicio es diariamente utilizado por los trabajadores administrativos de la Clínica como correo principal para realizar las funciones principales como transacciones financieras, envío y recepción de información dentro y fuera de la institución y atención al cliente, actualmente posee alrededor de 36 cuentas activas.

3.2.1.2 Servidor FIARE.

Uno de los principales servidores que la Clínica DAME es el denominado FIARE que es la base de datos para el registro de entrada, salida, enfermedad, tipo de tratamiento, observaciones y personal médico que atiende, entre otras funcionalidades; este servidor debe estar disponible siempre, ya que su uso también radica en los traslados de pacientes y aceptación de los mismos a la Clínica. Este servidor es utilizado diariamente las 24 horas del día por casi todo el personal de la Clínica un alrededor de 150 personas. Esta desplegado sobre una máquina Asus Prime H270M-Plus con Sistema Operativo Windows 2008 Server R2, y procesador Intel® Core™ i7- 7560U.

3.2.1.3 Servidor de telefonía IP.

Este servidor brinda el servicio de telefonía de voz IP interno para comunicar los diferentes departamentos de la Clínica, además cuenta con el contrato con Claro de un troncal SIP de 15 canales para la aceptación de llamadas desde cualquier usuario, y el traslado hacia cualquier extensión configurada en la central ip. Cuenta con un total de 60 extensiones que son utilizadas diariamente de manera continua. Este servidor está configurado en una

máquina Gigabyte GA-H81M-H sobre una plataforma Linux basada en Elastix versión 4, posee un procesador Intel® Core™ i3-2310M.

3.2.1.4 Servidor de Archivos UCI / Biométricos.

Se trata de un servidor HP-Proliant DL320e Gen8, funciona como un repositorio de los archivos de la Unidad de Cuidados Intensivos de la Clínica donde se encuentra el historial médico de cada paciente atendido. Además, alberga el servidor de biométricos que permiten el registro de entrada y salida de los trabajadores de la Clínica, esto permite establecer los reportes requeridos en el tiempo q se desee. Está instalado sobre el Sistema Operativo Windows Server 2008R2 con procesador Intel®Xeon® CPU E5640.

3.2.1.5 Servidor de Antivirus y Facturación Electrónica.

El servidor de antivirus funciona sobre una máquina Biostar LGA1150 de Sistema Operativo Windows Server 2008R2 con procesador Intel® Core™ i5. Para el antivirus la Clínica cuenta con un contrato con la empresa ESET Security con aproximadamente 62 licencias para todas las áreas. Se implementó debido a un ataque de ransomware que elimino varios archivos de algunos departamentos.

Para la facturación electrónica se cuenta con la aplicación web ef@cture.ec y una base de datos que alberga todos los datos de los pacientes atendidos, este servidor es principalmente utilizado por los departamentos de contabilidad, pagos y recepción. Además, está vinculado con el sistema FIARE para el cobro de la atención médica.

3.2.1.6 Active Directory.

Este servidor ayuda al control y supervisión de los usuarios mediante un loggeo en cada máquina de la institución. Estos deben registrarse a las políticas creadas en el servidor para desarrollar ciertas actividades en los equipos que se encuentren bajo el mismo dominio de red. Se encuentra desplegado sobre una máquina Gigabyte GA-H81M-DS2 con Sistema Operativo Windows Server 2008 con procesador Intel® Core™ i7- 7560U.

3.2.1.7 Intranet.

Se encuentra instalado en un equipo Gigabyte GA-H81M-DS2 con Sistema Operativo Linux Centos 7 con procesador Intel® Core™ i7- 7560U, este servidor alberga una página web que es de uso exclusivo internamente para la Clínica debido a que en ella se muestra información netamente para los trabajadores de la misma.

3.2.2 Monitoreo de Servidores.

El monitoreo de los servidores que conforman la infraestructura de red mostrada en la Figura 30 permite analizar los recursos de cada uno, para poder establecer los equipos que serán utilizados en la virtualización.

3.2.2.1 Herramienta de Monitoreo.

PRTG es una herramienta de monitoreo unificado que permite monitorear equipos con una dirección IP. Consiste en un servidor central que es responsable de la configuración, la administración de datos y el servidor web, y una o más sondas (locales o alojadas, remotas), que realizan procesos de recolección y monitoreo de datos en dispositivos a través de sensores. (Paessler, 2018).

En la Figura 31 se muestra la interfaz web de la herramienta de monitoreo, con los sensores activados sobre el dispositivo de prueba.

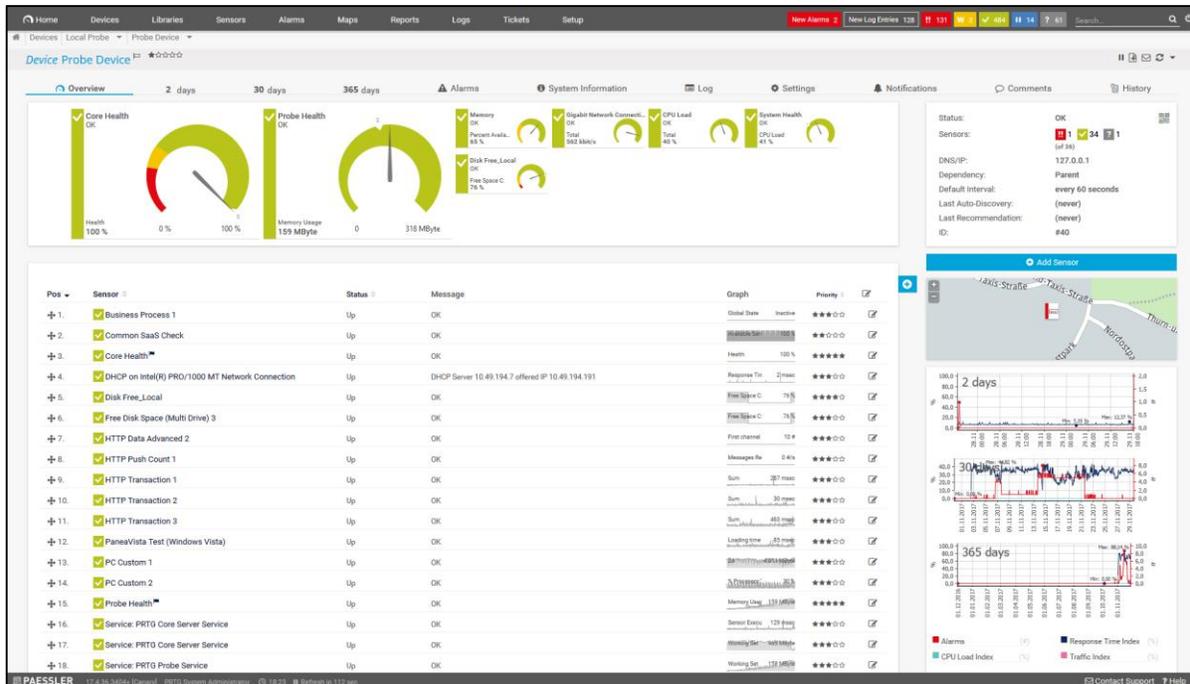


Figura 31. Interfaz web herramienta de monitoreo PRTG

Fuente: (Paessler, 2018)

3.2.2.2 Recopilación de Información.

Para realizar el monitoreo se instala la herramienta PRTG Monitor en el computador del administrador, ya que actuará como estación central pudiendo acceder desde aquí a todos los agentes monitoreados. El proceso de instalación se encuentra en el Anexo F.

Los servidores que serán monitoreados son sondeados mediante protocolo SNMP que debe ser activado en cada equipo, también se debe establecer los sensores adecuados para obtener la información requerida.

Para determinar la utilización de los recursos con la actual carga de trabajo, se debe considerar que los datos fueron recolectados en un periodo de 30 días, destacando que los horarios de mayor uso fueron entre las 9:00 a 12:00 y 15:00 a 17:00. Cabe recalcar que la Clínica funciona durante las 24 horas del día.

En la Tabla 3 se presenta el porcentaje máximo y mínimo de utilización de cada uno de los servidores.

Tabla 3

Descripción del porcentaje del uso de recursos de los servidores de la Clínica DAME

Servidor	Usuario y contraseña	Dirección ip	Procesador		Memoria RAM		Disco	
			MI N	M AX	MI N	M AX	MI N	M AX
Servidor de Correo	User: Admin *****	Ip Pública: 190.154.76.74	10	15	25	30	30	30
FIARE	User: Admin *****	192.168.1.2	30	47	38	50	45	45
Telefonía IP	User: Admin *****	192.168.1.9	25	31	30	50	50	50
Servidor de archivos UCI / Biométricos	User: Rgallegos *****	192.168.1.158	13	27	20	31	70	70
Antivirus / Facturación	User: Clinicadame.local \Administrador *****	192.168.1.15	23	38	28	35	40	40
Active Directory	User: Clinicadame.local \Administrador *****	192.168.1.105	15	38	30	50	50	50
Intranet	User: root *****	192.168.1.107	7	10	15	20	15	15

Fuente: Centro de Datos de la Clínica DAME

3.2.2.3 Escenario de Consolidación.

De acuerdo a los datos obtenidos, se plantea un escenario de consolidación con los equipos de mejores capacidades, teniendo en cuenta las necesidades del sistema. Este escenario está conformado por 3 servidores, necesarios para trabajar con un clúster de alta disponibilidad.

En la Tabla 4 se muestra el grupo de los equipos que forman la consolidación donde se especifica los recursos totales y utilizados por cada uno, además de la capacidad total que proporciona al juntarlos.

Tabla 4

Grupo de consolidación

Servidores	Total CPU GHz	Pico de CPU Usado GHz	Memoria RAM GB		Capacidad Disco GB	
			Total	Usado	Total	Usado
192.168.1.2	3,1	1,46	16	7,04	2000	900
192.168.1.105	3,1	1,17	16	6,40	2000	1000
192.168.1.107	3,1	0,31	8	1,40	1000	150
Total	9,3	2,94	40	14,84	5000	2050

Fuente: Propia

Por medio del análisis realizado a los servidores se determinó:

- La virtualización de servidores es factible dentro del Centro de Datos, debido a que el consumo de recursos de CPU es bajo en la mayoría de servidores, desperdiciando las capacidades de los equipos.
- Existen servidores que debido a sus características, son considerados obsoletos, por lo cual se debería migrar este servicio a un nuevo entorno, para brindar mayor seguridad en la prestación del servicio.

- Es factible la reutilización de los equipos para realizar la virtualización, debido a la capacidad y características que poseen ciertos dispositivos utilizados como servidores.

3.3 Propuesta de Diseño

Luego del estudio de consolidación y la selección de los equipos que conforman el clúster de la infraestructura virtual, se plantea el siguiente diseño de red mostrado en la Figura 32.

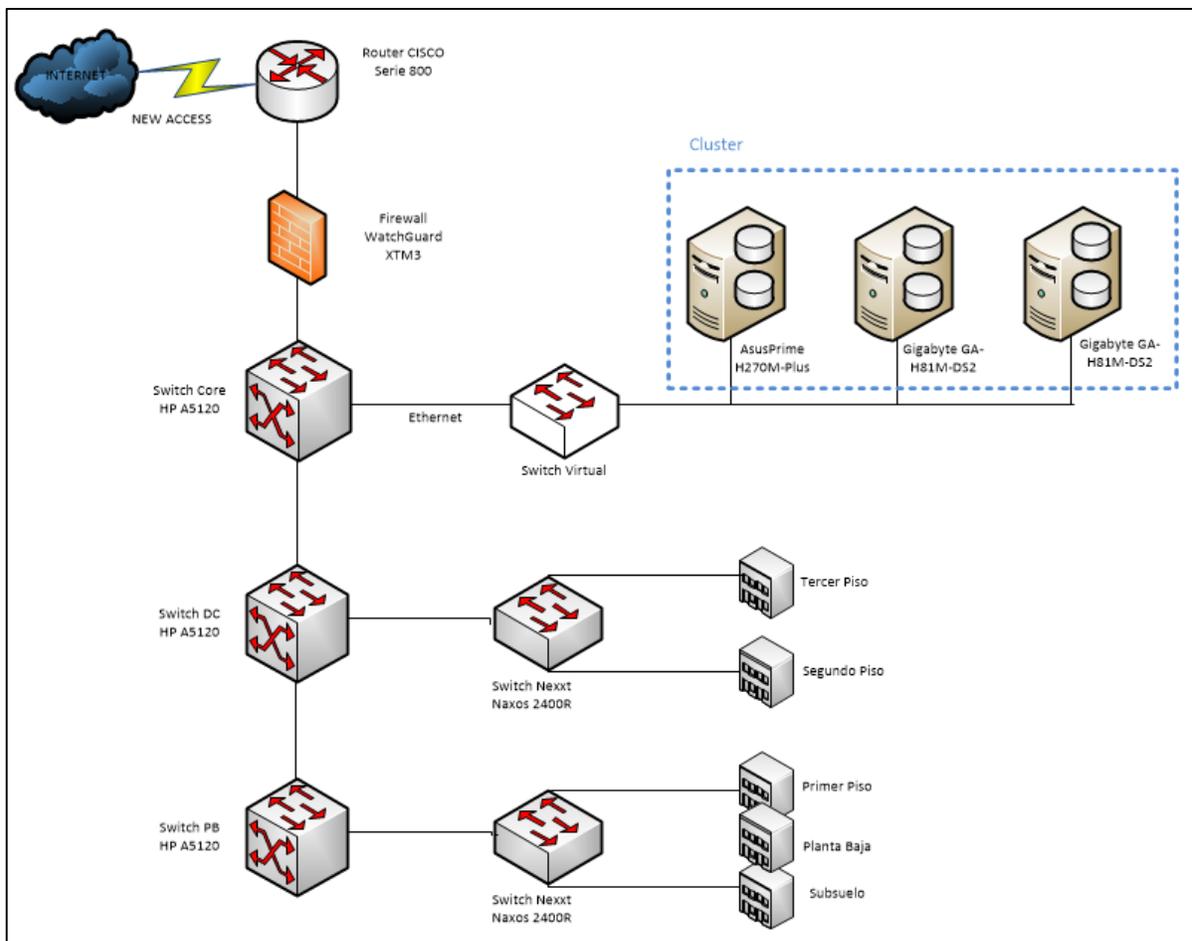


Figura 32. Propuesta de la solución de red

Fuente: Propia

La propuesta de diseño de la red cuenta con los siguientes elementos:

- Un equipo HP A5120 de 24 puertos a 10/100/1000 Mbps, que actúa como conmutador principal. Este dispositivo admite el enrutamiento de capa 3, por lo que se configurarán las VLANs y las troncales. Además, los nodos de Proxmox también se conectarán a él.
- Dos conmutadores de la marca HP A5120 de 48 puertos a 10/100/1000 Mbps, que se conectan al conmutador principal funcionando como switches de acceso. Estos también son administrables y ayudan al enrutamiento de las VLANs en la red.
- Dos switch de capa 2 de 24 puertos de la marca Nexxt que sirven para la conexión a los usuarios.
- Un clúster Proxmox compuesto por 3 equipos, los cuales poseen dos discos independientes destinados al almacenamiento Ceph y al Sistema Operativo de Proxmox, y dos tarjetas de red destinadas a la comunicación de la red con los nodos y el clúster.
- Un Switch virtual (Open VSwitch) de código abierto que permite conmutar las VLANs de comunicación del clúster con la red y el storage Ceph.

3.4 Rediseño de la Red

La Clínica DAME cuenta con 100 puntos de red de cableado estructurado Categoría 5e en todas sus áreas, tanto administrativas como médicas. La solicitud de servicios y el tráfico de la red sufrían saturaciones y colapsos que dejaban fuera de servicio a toda la Clínica, ocasionando pérdidas para la misma, la solución para evitar varios de estos problemas fue la segmentación de la red mediante la implementación de VLANs.

3.4.1 Asignación de VLANs y Troncales.

Para la asignación y distribución de las VLANs en la red de la Clínica DAME, se ha dividido según las áreas y departamentos existentes en la institución, de esta manera, la red ha sido segmentada en 14 grupos lógicos, que proporcionarán mayor flexibilidad en la red y reducción del tráfico innecesario.

También, el direccionamiento de la red se lo maneja ordenadamente sin necesidad de hacer grandes cambios al aumentar dispositivos, haciendo esta asignación más eficaz. En la tabla 5 se detalla las VLANs creadas con su rango de direcciones y los grupos de las estaciones de trabajo por departamentos.

Tabla 5

Distribución de VLANs en la Clínica DAME

VLAN	Rango de direcciones ip	Departamento
VLAN 1	172.16.0.0/24	Networking
VLAN 2	192.168.1.1-100/24	Servidores
VLAN 3	10.0.3.0/24	Gerencia
VLAN 4	10.0.4.0/24	Sistemas
VLAN 5	10.0.5.0/24	Administrativos
VLAN 6	10.0.6.0/24	Apoyo
VLAN 7	10.0.7.0/24	Médicos
VLAN 8	192.168.1.101-253/24	Networking_wireless
VLAN 9	10.0.9.0/24	Storage_ceph
VLAN 10	10.0.0.0/24	Cámaras
VLAN 11	10.0.11.0/24	Serv_proxmox
VLAN 50		Wan_publicas
VLAN 60		Troncal_sip
VLAN 70		Ip_publica_tvccable

Fuente: Propia

En la Figura 33 se muestra el diagrama lógico de red mostrando donde están destinadas las VLANs designadas a cada segmento.

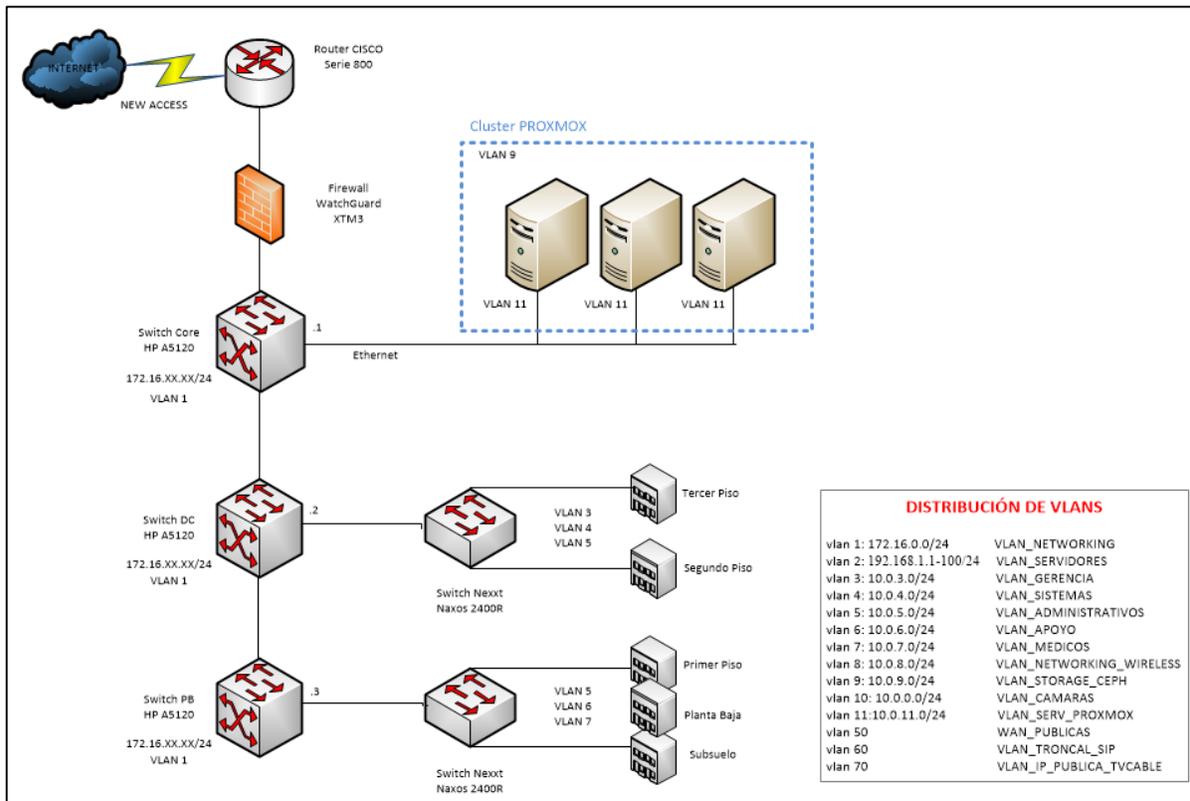


Figura 33. Asignación de VLANs en la red

Fuente: Propia

3.5 Diseño de la Infraestructura Virtual

El propósito principal de cualquier herramienta de virtualización es ofrecer mejoras en la estabilidad, simplificación de equipos físicos y utilización máxima de los recursos, es por esto que la virtualización actualmente está en auge para la implementación en entornos empresariales como se muestra en la Figura 34.

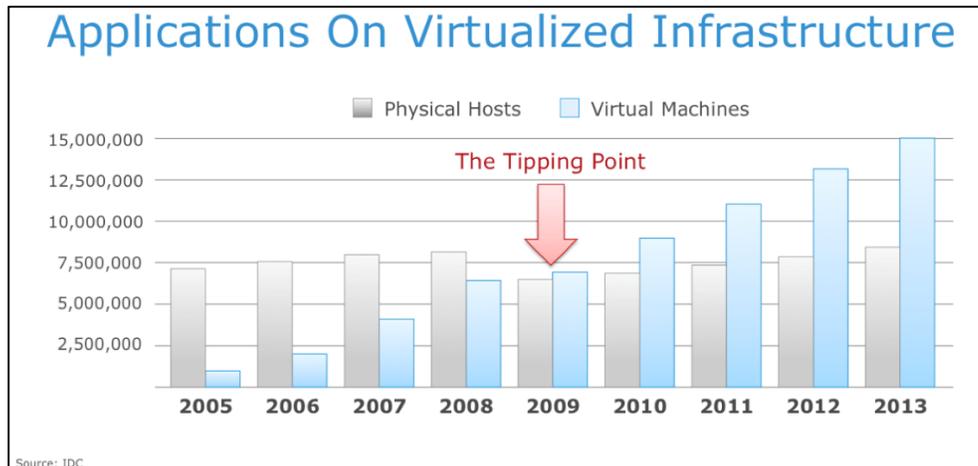


Figura 34. Virtual Machines vs. Physical Machines

Fuente: <https://bit.ly/2IlgKkR>

Las tecnologías de virtualización pueden ser clasificadas de distintas maneras, debido a que muchas de éstas aplican varias técnicas y tienden a ser cada vez más complejas. Por lo que es importante clasificarlas de acuerdo al área de aplicación para luego caracterizarlas en función de qué tarea realizan y cómo lo hacen, existen principalmente 3 tipos de virtualización. Los campos de aplicación enumerados a continuación ya han sido definidos en el marco teórico.

- Técnicas de virtualización en redes.
- Técnicas de virtualización en almacenamiento.
- Técnicas de virtualización de servidores.

Para la solicitud de servicios, los encargados de la red solicitaron la optimización de los recursos, el sugerir el cambio de equipos para continuar con la infraestructura tradicional de servidores dedicados fue muy costoso y no se contaba con el suficiente presupuesto. Además, la solución de contar con una infraestructura virtual fue planteada y aceptada evaluando antes sus ventajas y desventajas. Para aprovechar las características de la virtualización

minimizando costos se planteó el uso de un software de código abierto, que no requiere equipos extras para su funcionamiento correcto y que garantice la calidad de los servicios.

Es por esto que sobre el tema de virtualización, se propone la plataforma Proxmox VE para este proyecto debido a que es una herramienta muy completa que combina los diferentes tipos de virtualización para su mejor aplicabilidad.

En la Clínica DAME, la virtualización ayuda principalmente a la reducción de dispositivos obsoletos, así como también la consolidación de servidores y reducción de costes en obtención de nuevos equipos y consumo de energía, logrando de esta manera construir entornos de servicios integrados virtualizados utilizando el hardware existente en el Centro de Datos.

3.5.1 Hardware para la Arquitectura Virtual.

El equipamiento requerido para la implementación de la red virtual ha sido analizado previamente considerando su funcionamiento y características para que no exista posterior averío en la red.

En la Tabla 6 se lista el hardware necesario para la arquitectura virtual.

Tabla 6

Hardware necesario para arquitectura virtual

Lista de elementos	Cantidad
Switch hp 24 port	1
Switch hp 48 port	2
Firewall WatchGuard XTM3	1
Switch Nexxt 24 port	2
Gigabyte GA-H81M-DS2	2

Fuente: Propia

En la Figura 35 se muestra el diagrama de la solución implementando los equipos seleccionados detallados anteriormente para la infraestructura virtual.

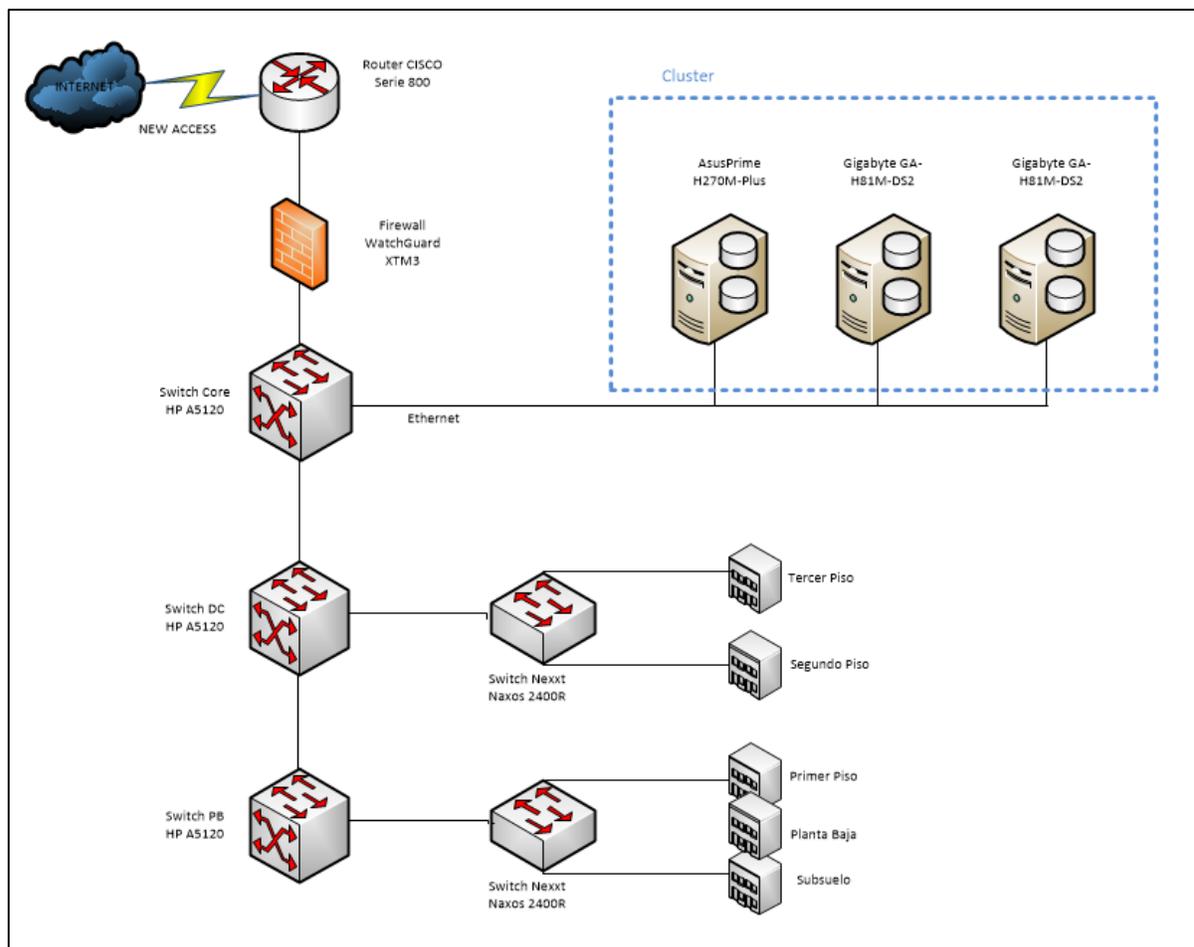


Figura 35. Diagrama de implementación de Hardware en la Arquitectura Virtual

Fuente: Propia

En la Figura 36 se muestra el diagrama de la solución planteada para la red de la Clínica DAME, donde la conexión a la arquitectura virtual para el clúster Proxmox es mediante un

OVS, el cual permite la interconexión con toda la red, permitiendo el paso de las VLANs hacia los servidores Proxmox.

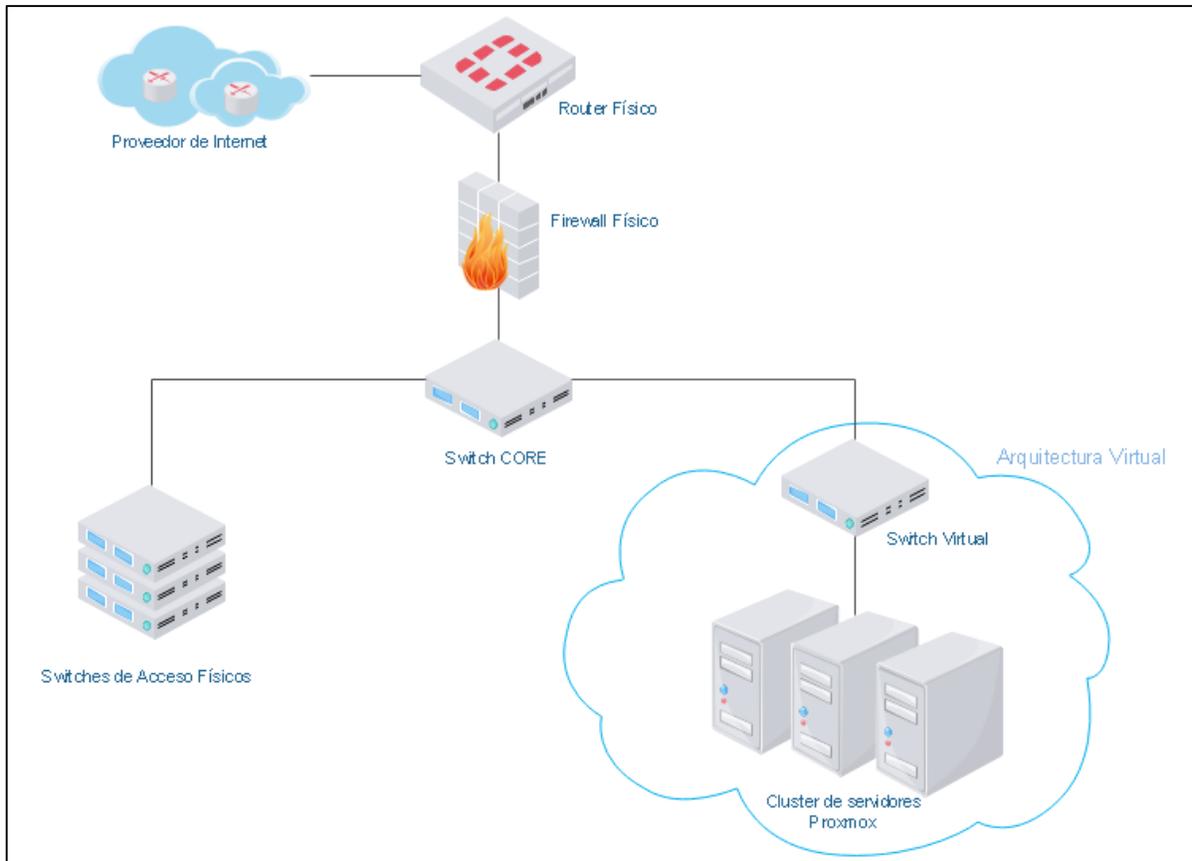


Figura 36. Diagrama físico de la solución

Fuente: Propia

En la Figura 37 se muestra la conexión de la red entre el Switch de Core y clúster de Proxmox. Las interfaces de red están configuradas como acceso para la comunicación del clúster Proxmox y como troncales para que las VLANs se distribuyan en la red. Internamente cada nodo cuenta con la instalación del OVS, configurado para la intercomunicación de la red con el clúster.

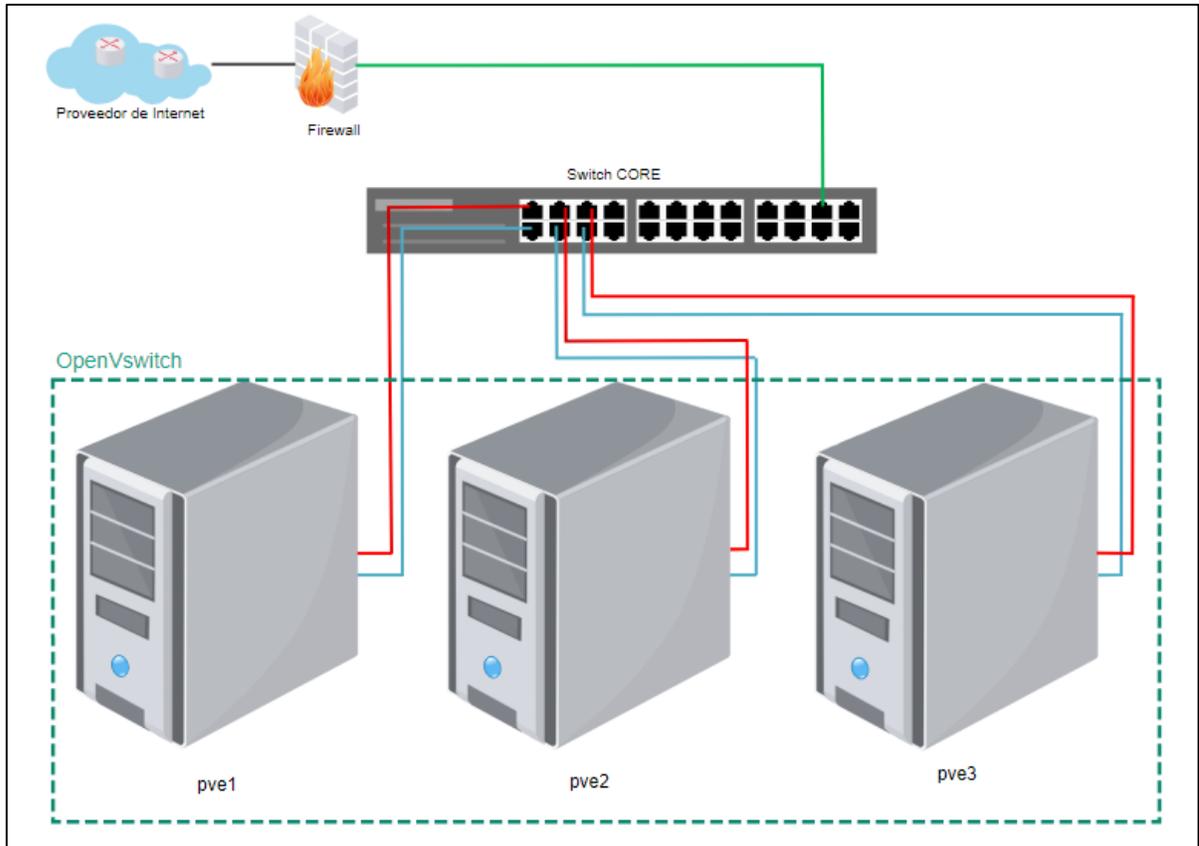


Figura 37. Diagrama físico de la conexión entre el switch de Core y el Clúster Proxmox

Fuente: Propia

3.5.2 Diseño del Storage Ceph.

Proxmox facilita la creación de un Storage Ceph permitiendo que todos los nodos tengan un acceso común a la unidad de almacenamiento. Ceph replica la información entre los nodos haciendo que el clúster tenga un storage con tolerancia a fallos y de alto rendimiento.

En la unidad de almacenamiento Ceph se almacenan los discos virtuales de las máquinas virtuales (VM's) y los contenedores (LXC), habilitando la alta disponibilidad y la migración de máquinas virtuales entre cada nodo.

En la Figura 38 se muestra la estructura de clúster Proxmox con almacenamiento Ceph, y los recursos físicos necesarios para la implementación, es necesario 3 servidores con dos discos independientes en cada uno; uno almacena al sistema de virtualización y otro forma parte de la unidad de almacenamiento compartido.

También debe contar con 2 interfaces de red que permiten la comunicación entre los nodos y la red de la Clínica, y otra para la comunicación de la red de almacenamiento. Esta conexión se las realiza a un switch físico (CORE).

Se debe tomar en cuenta que cada nodo debe tener instalado el Sistema Operativo de Proxmox y los componentes de la infraestructura virtual (OpenVSwitch). Además, se deben configurar el servidor NTP para la sincronización de los servidores.

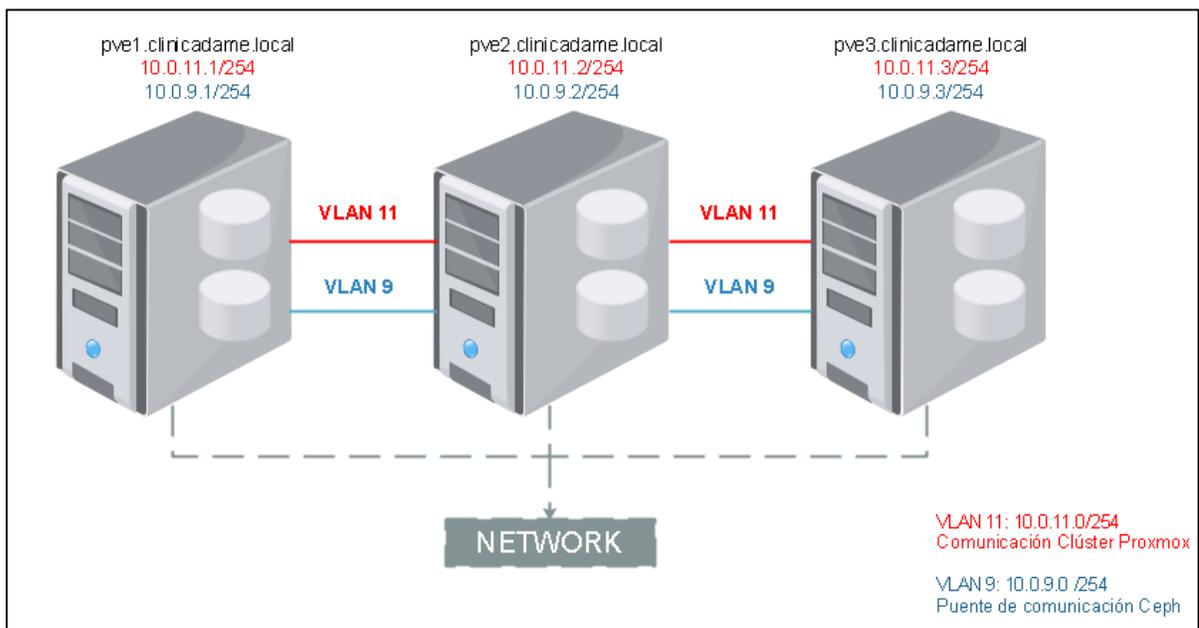


Figura 38. Diagrama lógico de la red de almacenamiento

Fuente: Propia

En la Figura 39 se muestra el diagrama físico de la red de almacenamiento, en el que los discos independientes de cada nodo forman una sola unidad de almacenamiento denominada “Storage Ceph”.

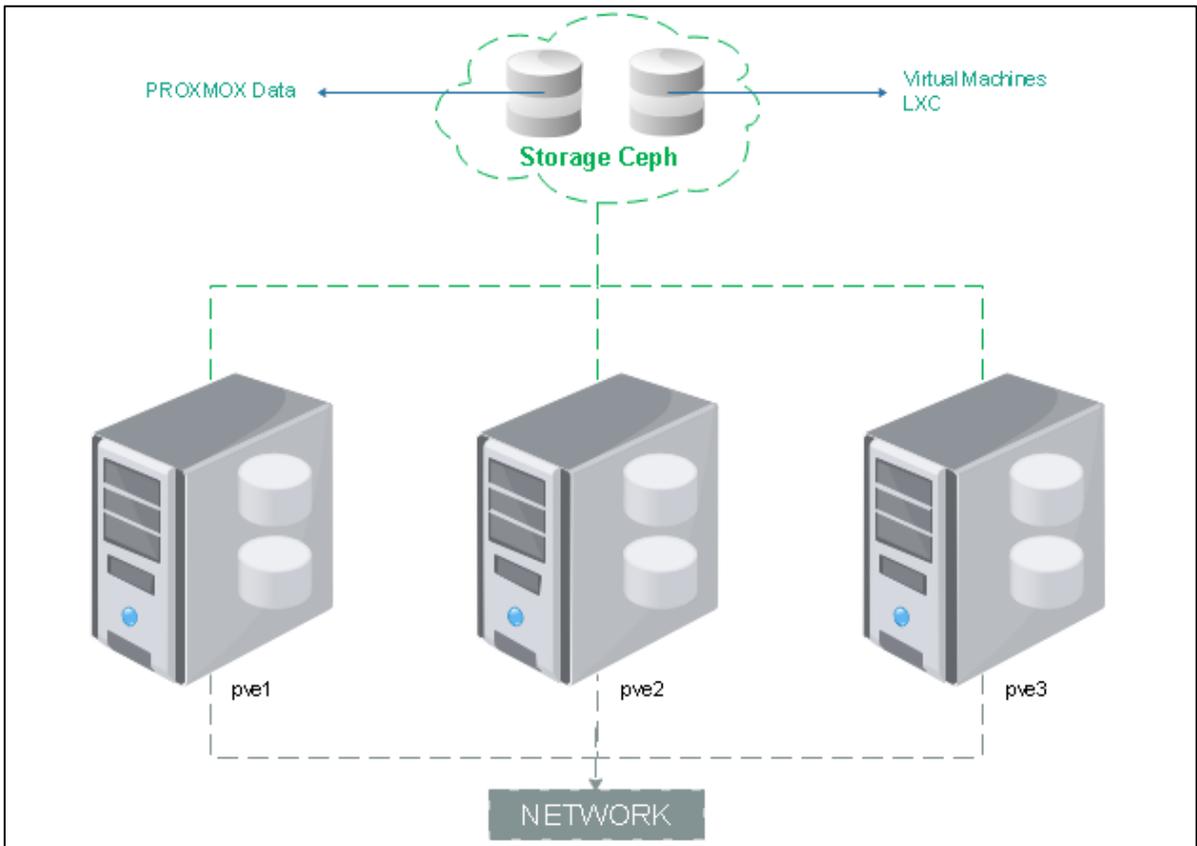


Figura 39. Diagrama físico de la red de almacenamiento

Fuente: Propia

3.6 Guía del Proceso

La guía del proceso de este trabajo busca resumir los aspectos más importantes en el rediseño de la red e implementación de la infraestructura virtual. En la Figura 40 se proporciona una representación gráfica del algoritmo para la elaboración de este proyecto como una orientación clara de los pasos a seguir.

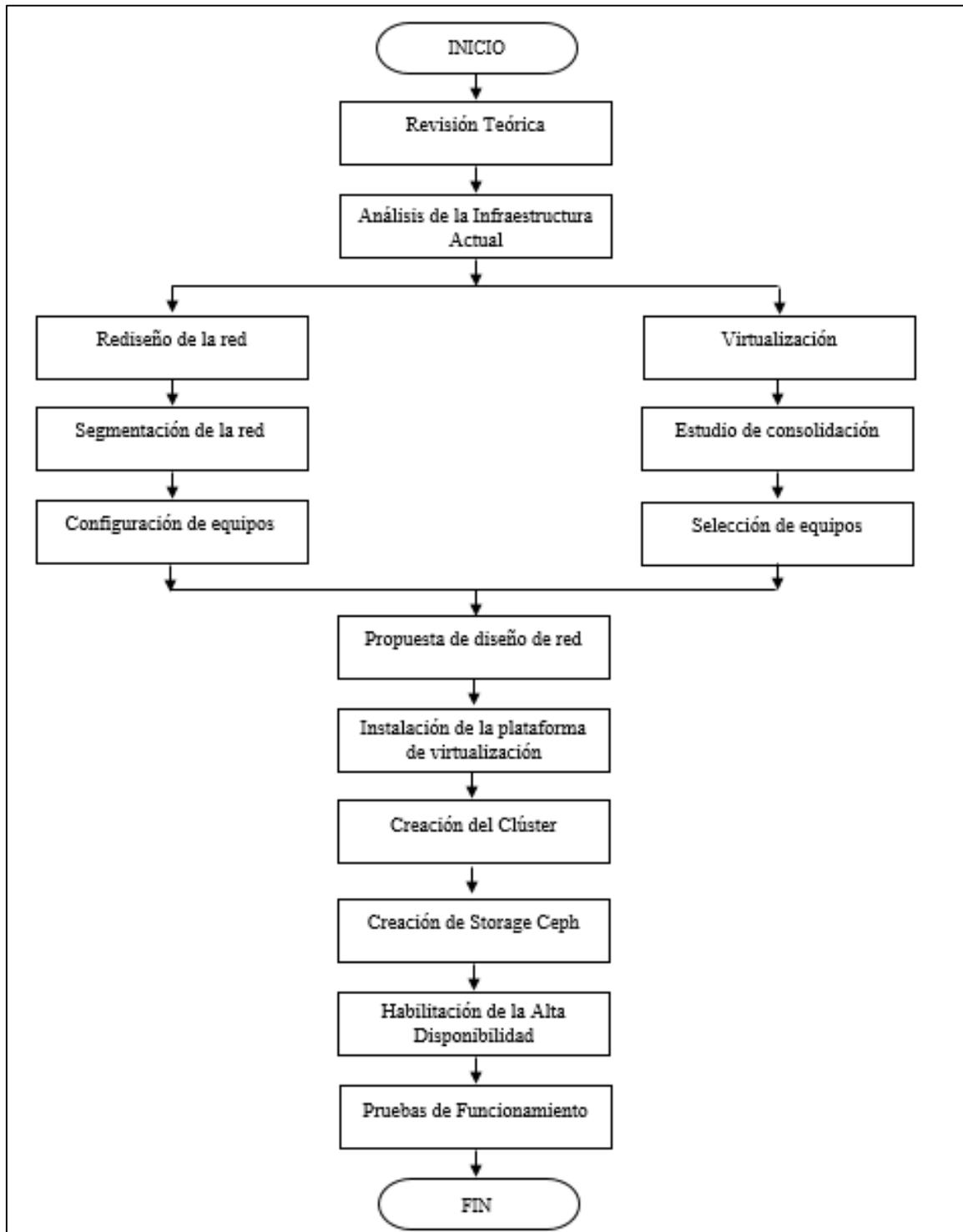


Figura 40. Diagrama de flujo de la Estructura del Proyecto

Fuente: Propia

Capítulo 4. Implementación de la Infraestructura Virtual y Pruebas de Funcionamiento

Este capítulo contiene las configuraciones de los equipos para la implementación de la infraestructura virtual, así como también las pruebas de funcionamiento de la red conjuntamente con la plataforma Proxmox para la prestación de servicios y la alta disponibilidad.

En la fase de pruebas se evalúan varios puntos como la conectividad de la red en base a todas las configuraciones realizadas en los dispositivos de red, la administración centralizada para el clúster de Proxmox y la prestación de servicios con alta disponibilidad, generando migraciones en vivo y para el levantamiento de un servicio que ha caído se generaron algunos fallos para comprobar su funcionamiento.

4.1 Configuración de los Equipos para la Segmentación de Red

La configuración de los equipos de red inicia con los switches de Core y de acceso (HP serie A5120) de la infraestructura de red, en los cuales se configuran las VLAN, estableciendo también los puertos de acceso y troncales.

Switch Core: Creación de VLAN

```
VLAN 9
name VLAN_STORAGE_CEPH
interface VLAN-interface9
description VLAN_STORAGE_CEPH
ip address 10.0.9.254 255.255.255.0
```

```
VLAN 11
name VLAN_SERV_PROXMOX
interface VLAN-interface11
description VLAN_SERV_PROXMOX
ip address 10.0.11.254 255.255.255.0
```

En la Tabla 7 se listan los elementos conectados al conmutador principal, con la información de sus direcciones ip, la configuración de los puertos y las VLAN a las que pertenecen.

Tabla 7

Dispositivos conectados al SW-CORE

DISPOSITIVO	IP	NIC	PUERTO SW	VLAN
SW-DC	172.16.0.2		GE 1/0/24	TRUNK
Enlace Internet			GE 1/0/18	ACCESS 50
Troncal SIP			GE 1/0/19	ACCESS 60
Enlace TVCable			GE 1/0/17	ACCESS 70
pve1	10.0.11.1/24	eno1	GE 1/0/1	TRUNK
		eno2	GE 1/0/2	ACCESS 11
pve2	10.0.11.2/24	eno1	GE 1/0/3	TRUNK
		eno2	GE 1/0/4	ACCESS 11
pve3	10.0.11.3/24	eno1	GE 1/0/5	TRUNK
		eno2	GE 1/0/6	ACCESS 11

Fuente: Propia

En el Anexo B se detalla la configuración completa de los Switches de Core y de Acceso implementada en la Clínica.

4.2 Implementación de la Infraestructura Virtual

Para iniciar el proceso de la implementación de la red virtual, se debe iniciar con la instalación de la herramienta de virtualización, para luego continuar con las configuraciones que permiten la creación del clúster y el almacenamiento Ceph.

4.2.1 Instalación de la Plataforma de Virtualización Proxmox.

Para la instalación de la herramienta Proxmox, primero se debe equipar los dispositivos con dos tarjetas de red conectadas al Switch de Core, y dos discos para el almacenamiento, además de los requerimientos necesarios previos a la instalación. Los 3 equipos a utilizarse son de la marca Gigabyte GA-H81M-DS2 y Asus Prime H270M-Plus, seleccionados anteriormente en el análisis de servidores. En la Tabla 8 están las especificaciones para la instalación de cada nodo.

Tabla 8

Especificaciones de IP's y Hostname

	Hostname	IP Network
Primer servidor Virtual (Primario)	pve1.clinicadame.local	10.0.11.1
Segundo servidor Virtual	pve2.clinicadame.local	10.0.11.2
Tercer servidor Virtual	pve3.clinicadame.local	10.0.11.3

Fuente: Propia

En el anexo C se encuentra el proceso detallado de la instalación. Una vez montado Proxmox en los 3 nodos, se procede a realizar las configuraciones e instalaciones de los complementos necesarios para el levantamiento de la infraestructura virtual.

Es importante la instalación de un Switch multinivel virtual (Open vSwitch) debido a que permite el encaminamiento del tráfico entre máquinas virtuales y los equipos externos de la red, dándoles acceso a la interfaz de la red física permitiendo la segmentación de las VLANs.

El comando es el siguiente:

```
root@pveX# apt-get install openvswitch-switch
```

4.2.2 configuración de las tarjetas de red para el clúster.

En un clúster es necesario definir un nodo como principal el cual tiene como objetivo la administración centralizada del entorno, aunque los demás también cuentan con su propio administrador web. Para la conectividad de cada nodo entre sí y con los equipos externos se procede a establecer los puentes virtuales y la creación de las VLANs.

En cada nodo mediante consola, se edita el fichero `/etc/network/interfaces`, el cual contiene las configuraciones de la infraestructura virtual. Permitiendo agregar las tarjetas virtuales a cada uno.

Así, en el nodo principal (pve1) la configuración estaría de la siguiente manera:

```
allow-vmbr1 enp2s0
iface enp2s0 inet manual
    ovs_type OVSPort
    ovs_bridge vmbr1

auto vmbr0
iface vmbr0 inet static
    address 10.0.11.1
    netmask 255.255.255.0
    bridge_ports enpls0
    bridge_stp off
    bridge_fd 0

auto vmbr1
iface vmbr1 inet manual
    ovs_type OVSBridge
    ovs_ports enp2s0 VLAN1 VLAN2 VLAN3 VLAN4 VLAN5 VLAN6 VLAN7
VLAN8 VLAN10 VLAN9 VLAN50 VLAN60 VLAN70

allow-vmbr1 VLAN9
iface VLAN9 inet static
    address 10.0.9.1
    netmask 255.255.255.0
    gateway 10.0.9.254
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vmbr1
    ovs_options tag=9
```

Dónde: vubrX (Linux Bridge) es un puente virtual que conmuta con la tarjeta física del servidor físico. Adicional, permite definir las VLAN aislando la comunicación de las Tarjetas Virtuales.

También, es necesario agregar una ip válida a la tarjeta de red que permite la comunicación interna de los nodos para el almacenamiento. Debe estar agrupada a la VLAN configurada anteriormente en los Switches, en el presente proyecto es la VLAN 9.

4.2.3 configuración hosts.

En cada nodo se debe modificar el archivo que permite definir y resolver las direcciones de los vecinos en la red, creando un alias para cada uno. Para ello, se ingresa al archivo `/etc/hosts`.

```
# Nodes Cluster PROXMOX
10.0.11.1 pve1.clinicadame.local pve1 pve1localhost
10.0.11.2 pve2.clinicadame.local pve2 pve2localhost
10.0.11.3 pve3.clinicadame.local pve3 pve3localhost
```

4.2.4 Sincronización de los nodos.

La sincronización de los nodos es primordial para la creación del clúster, ya que al sincronizarlos la red se mantiene actualizada de todos los cambios que ocurran entre ellos, además de funcionar como uno solo.

Para configurar en Proxmox primero se debe descargar los paquetes necesarios para luego configurarlos. Se lo realiza mediante el siguiente comando:

```
root@pveX:~# apt-get install ntp ntpdate
```

Luego, se procede a editar el archivo `/etc/ntp.conf` de la siguiente manera:

```
# Local users may interrogate the ntp server more closely.
restrict 127.0.0.1
restrict 10.0.9.1
restrict 10.0.9.2
restrict 10.0.9.3
restrict ::1
```

Agregando después los servidores ntp de Google y propios de Latinoamérica

```
# You do need to talk to an NTP server or two (or three).
#server ntp.your-provider.example
server time1.google.com iburst
server time2.google.com iburst
server 216.239.35.0
server 216.239.35.4
```

Posteriormente, en la terminal de cada nodo se sincroniza la hora con el hardware, utilizando el siguiente comando:

```
hwclock -systohc
```

4.2.5 Activación del clúster Proxmox.

Para la activación del clúster Proxmox, se realizan dos procesos:

- Creación del clúster en el nodo principal
- Agregar los demás nodos al clúster apuntando al nodo principal

Proxmox también utiliza el alias configurado anteriormente para entrelazar los servicios y realizar varias configuraciones mediante SSH, por ese motivo, cada nodo debe tener las llaves públicas de cada uno de los equipos añadidos al clúster.

El siguiente comando se utiliza para generar la llave pública en el nodo1 o principal:

```
root@pve1:# ssh-keygen -t rsa
```

Luego, se distribuye la misma clave hacia los demás nodos mediante el siguiente comando:

```
root@pve1:# ssh-copy-id root@pve2
root@pve1:# ssh-copy-id root@pve3
```

4.2.5.1 Crear el clúster y agregar nodos.

Para crear el clúster se debe ingresar al nodo principal e insertar el siguiente comando:

```
pvecm create clusterdame
```

Mediante SSH o ingresando directamente al nodo2 y nodo3, se procede a agregarlos al clúster mediante el comando:

```
pvecm add pve1
```

Para verificar el estado del clúster se utiliza el siguiente comando:

```
pvecm status
```

Después de efectuar la creación del clúster, en la interfaz web del nodo primario se debe visualizar la inserción de los demás nodos. Ahora cada uno mantiene una comunicación asíncrona al Clúster para reportar su estado.

4.2.6 Creación de Storage Ceph.

La creación de Ceph es necesario para habilitar Alta Disponibilidad en Proxmox, para activar el servicio primero se debe instalar en cada nodo las librerías necesarias con las siguientes líneas de comando:

```
pveceph install
```

Luego, se activa el servicio Ceph-Monitor inicializando el servicio. Esto se hace únicamente en el Nodo Primario.

```
pveceph init --network 10.0.11.0/24
```

A continuación, también se debe activar el monitoreo de Ceph en todos los nodos.

```
pveceph createmon
```

Es importante verificar que todos los nodos del clúster que comparten recursos en unidades de almacenamiento extra deben quedar integrados.

Posteriormente, se deben crear Ceph-OSD, que son los servicios asociados a las unidades de almacenamiento extra. Aquí se muestran los discos disponibles que se instalaron en cada servidor.

4.3 Pruebas de Funcionamiento

La fase de pruebas fue desarrollada progresivamente, debido a que cada proceso de la implementación conlleva al próximo, por lo cual al finalizar cada uno de ellos se comprueba el funcionamiento para así descartar fallas y continuar. Cada una de las etapas de la configuración de la infraestructura requiere la integración de varios dispositivos por lo cual se requieren pruebas de conectividad. Además, en este capítulo se presentan las funcionalidades de un clúster de alta disponibilidad realizando varias pruebas de migración verificando el funcionamiento del clúster y el storage Ceph.

Las pruebas a ser evaluadas fueron definidas de acuerdo a la secuencia que conllevan cada uno de los procesos de la implementación y los objetivos planteados en el proyecto.

4.3.1 Pruebas de conectividad.

Estas pruebas están destinadas para verificar que la integración de los dispositivos de red que conforman la arquitectura sea exitosa, comprobando que las configuraciones realizadas

en los equipos físicos y virtuales tengan conectividad entre ellos. Las pruebas que se efectuaran envíos de paquetes de solicitud y respuesta de eco a través del comando ping.

4.3.1.1 Conectividad entre switch y clúster.

Luego de las configuraciones realizadas como la creación de VLAN en los switches físicos (Core y Acceso) y en el switch virtual de Proxmox se procede a verificar la conectividad.

El proceso se lo realiza desde la consola del SW-CORE hacia las ip de los servidores Proxmox cuya red es 10.0.11.0/24 y la red del almacenamiento CEPH 10.0.9.0/24 como se muestra en las Figuras 41 y 42.

```
<L3_DAME_CORE>ping 10.0.11.1
PING 10.0.11.1: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 10.0.11.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=64 time=3 ms
  Reply from 10.0.11.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=64 time=2 ms
  Reply from 10.0.11.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=64 time=3 ms
  Reply from 10.0.11.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=64 time=3 ms
  Reply from 10.0.11.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=64 time=3 ms

--- 10.0.11.1 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms

<L3_DAME_CORE>ping 10.0.11.2
PING 10.0.11.2: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 10.0.11.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=64 time=3 ms
  Reply from 10.0.11.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=64 time=4 ms
  Reply from 10.0.11.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=64 time=3 ms
  Reply from 10.0.11.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=64 time=3 ms
  Reply from 10.0.11.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=64 time=2 ms

--- 10.0.11.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 2/3/4 ms

<L3_DAME_CORE>ping 10.0.11.3
PING 10.0.11.3: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 10.0.11.3: bytes=56 Sequence=1 ttl=64 time=3 ms
  Reply from 10.0.11.3: bytes=56 Sequence=2 ttl=64 time=3 ms
  Reply from 10.0.11.3: bytes=56 Sequence=3 ttl=64 time=2 ms
  Reply from 10.0.11.3: bytes=56 Sequence=4 ttl=64 time=2 ms
  Reply from 10.0.11.3: bytes=56 Sequence=5 ttl=64 time=2 ms
```

Figura 41. Solicitud de ping entre SW-CORE y Servidores Proxmox

Fuente: Propia

```

<L3_DAME_CORE>ping 10.0.9.1
PING 10.0.9.1: 56 data bytes, press CTRL C to break
Reply from 10.0.9.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=64 time=3 ms
Reply from 10.0.9.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=64 time=3 ms
Reply from 10.0.9.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=64 time=3 ms
Reply from 10.0.9.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=64 time=3 ms
Reply from 10.0.9.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=64 time=2 ms

--- 10.0.9.1 ping statistics ---
 5 packet(s) transmitted
 5 packet(s) received
 0.00% packet loss
 round-trip min/avg/max = 2/2/3 ms

<L3_DAME_CORE>ping 10.0.9.2
PING 10.0.9.2: 56 data bytes, press CTRL C to break
Reply from 10.0.9.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=64 time=5 ms
Reply from 10.0.9.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=64 time=2 ms
Reply from 10.0.9.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=64 time=2 ms
Reply from 10.0.9.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=64 time=3 ms
Reply from 10.0.9.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=64 time=2 ms

--- 10.0.9.2 ping statistics ---
 5 packet(s) transmitted
 5 packet(s) received
 0.00% packet loss
 round-trip min/avg/max = 2/2/5 ms

<L3_DAME_CORE>ping 10.0.9.3
PING 10.0.9.3: 56 data bytes, press CTRL C to break
Reply from 10.0.9.3: bytes=56 Sequence=1 ttl=64 time=4 ms
Reply from 10.0.9.3: bytes=56 Sequence=2 ttl=64 time=3 ms
Reply from 10.0.9.3: bytes=56 Sequence=3 ttl=64 time=3 ms
Reply from 10.0.9.3: bytes=56 Sequence=4 ttl=64 time=3 ms
Reply from 10.0.9.3: bytes=56 Sequence=5 ttl=64 time=2 ms

```

Figura 42. Solicitud de ping entre SW-CORE y Storage Ceph

Fuente: Propia

4.3.1.2 Conectividad entre los nodos en el clúster.

En el switch virtual de Proxmox se habilitan las interfaces para la conectividad, en las cuales se configuran las VLANs y la comunicación hacia los demás nodos y el almacenamiento compartido. Para verificar la conectividad entre los nodos que conforman el clúster se envía una petición de respuesta desde la consola del nodo pve1 hacia las ip de los demás nodos en la red 10.0.11.0/24, como se muestra en las Figuras 43 y 44, además de comprobar las configuraciones del archivo hosts que resuelve el nombre del nodo, este es indispensable para la comunicación del storage Ceph 10.0.9.0/24.

```

root@pve1:~# ping pve2
PING pve2.clinicadame.local (10.0.11.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from pve2.clinicadame.local (10.0.11.2): icmp_seq=1 ttl=64 time=0.131 ms
64 bytes from pve2.clinicadame.local (10.0.11.2): icmp_seq=2 ttl=64 time=0.103 ms
64 bytes from pve2.clinicadame.local (10.0.11.2): icmp_seq=3 ttl=64 time=0.100 ms
^C
--- pve2.clinicadame.local ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2054ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.100/0.111/0.131/0.016 ms
root@pve1:~# ping 10.0.11.2
PING 10.0.11.2 (10.0.11.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.11.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.161 ms
64 bytes from 10.0.11.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.272 ms
64 bytes from 10.0.11.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.134 ms
64 bytes from 10.0.11.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.115 ms
^C
--- 10.0.11.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3064ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.115/0.170/0.272/0.062 ms
root@pve1:~# ping pve3
PING pve3.clinicadame.local (10.0.11.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from pve3.clinicadame.local (10.0.11.3): icmp_seq=1 ttl=64 time=0.087 ms
64 bytes from pve3.clinicadame.local (10.0.11.3): icmp_seq=2 ttl=64 time=0.120 ms
64 bytes from pve3.clinicadame.local (10.0.11.3): icmp_seq=3 ttl=64 time=0.088 ms
64 bytes from pve3.clinicadame.local (10.0.11.3): icmp_seq=4 ttl=64 time=0.275 ms
^C
--- pve3.clinicadame.local ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3058ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.087/0.142/0.275/0.078 ms
root@pve1:~# ping 10.0.11.3
PING 10.0.11.3 (10.0.11.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.11.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.111 ms
64 bytes from 10.0.11.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.271 ms

```

Figura 43. Solicitud de ping entre los servidores Proxmox desde pve1

Fuente: Propia

```

root@pve1:~# ping 10.0.9.1
PING 10.0.9.1 (10.0.9.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.9.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.019 ms
64 bytes from 10.0.9.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.022 ms
64 bytes from 10.0.9.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.033 ms
64 bytes from 10.0.9.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.035 ms
^C
--- 10.0.9.1 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3055ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.019/0.027/0.035/0.007 ms
root@pve1:~# ping 10.0.9.2
PING 10.0.9.2 (10.0.9.2) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.9.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.137 ms
64 bytes from 10.0.9.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.272 ms
64 bytes from 10.0.9.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.267 ms
64 bytes from 10.0.9.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.130 ms
^C
--- 10.0.9.2 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3052ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.130/0.201/0.272/0.069 ms
root@pve1:~# ping 10.0.9.3
PING 10.0.9.3 (10.0.9.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.9.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.102 ms
64 bytes from 10.0.9.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.256 ms
64 bytes from 10.0.9.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.123 ms
64 bytes from 10.0.9.3: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.118 ms
64 bytes from 10.0.9.3: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.290 ms
^C
--- 10.0.9.3 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4100ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.102/0.177/0.290/0.080 ms

```

Figura 44. Solicitud de ping desde pve1 hacia Storage Ceph

Fuente: Propia

4.3.1.3 Conectividad entre el administrador y el clúster.

Desde la consola de un PC configurado en la red de administración en la VLAN 4 se realiza una petición de respuesta hacia las ip de los nodos Proxmox en la VLAN 11 como se muestra en la Figura 45. La interconexión entre el computador del administrador y los servidores Proxmox es importante para la administración y configuración del clúster.

```
C:\Users\sistemas>ping 10.0.11.1

Haciendo ping a 10.0.11.1 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.0.11.1: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63

Estadísticas de ping para 10.0.11.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms

C:\Users\sistemas>ping 10.0.11.2

Haciendo ping a 10.0.11.2 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.0.11.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 10.0.11.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 10.0.11.2: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63

Estadísticas de ping para 10.0.11.2:
    Paquetes: enviados = 3, recibidos = 3, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
Control-C
^C
C:\Users\sistemas>ping 10.0.11.3

Haciendo ping a 10.0.11.3 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.0.11.3: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63

Estadísticas de ping para 10.0.11.3:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
```

Figura 45. Solicitud de ping desde computador administrador hacia servidores Proxmox

Fuente: Propia

4.3.1.4 Conectividad entre cliente y servidor alojado en Proxmox.

Desde la consola de un computador cliente, se comprobará el acceso a los servicios alojados en el clúster de Proxmox, la prueba de conectividad se realiza entre el servidor de telefonía ip con la dirección 192.168.1.9 y el cliente con ip 10.0.4.7 como se muestra en la Figura 46.

```
C:\Users\sistemas>ping 192.168.1.9

Haciendo ping a 192.168.1.9 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.9: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 192.168.1.9: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63
Respuesta desde 192.168.1.9: bytes=32 tiempo=1ms TTL=63

Estadísticas de ping para 192.168.1.9:
    Paquetes: enviados = 3, recibidos = 3, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms
```

Figura 46. Solicitud de ping entre cliente y servidor de telefonía en Proxmox

Fuente: Propia

```
CentOS Linux 7 (Core)
Kernel 3.10.0-229.14.1.el7.x86_64 on an x86_64

TELEFONO login: root
Password:
Last login: Thu Feb 21 12:41:32 on

Welcome to Elastix
-----

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

To access your Elastix System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://192.168.1.9
http://10.23.0.1

[root@TELEFONO ~]#
```

Figura 47. Interfaz del servidor de Telefonía dentro de Proxmox

Fuente: Propia

4.3.2 Administración Centralizada.

Proxmox proporciona una interfaz web que permite configurar los nodos sin la necesidad de instalar aplicaciones clientes en la máquina del administrador, ya que de esta manera se permite gestionar el entorno virtualizado. Al tener configurado un clúster, la administración centralizada es una gran ventaja, ya que permite realizar variaciones desde el nodo master a los demás aprovechando los recursos físicos y virtuales.

Cada nodo cuenta con su propia interfaz web, el administrador puede acceder a ellos a través de las direcciones ip establecidas al momento de su instalación como se muestra en las Figuras 48, 49 y 50. Esta prueba se la realiza con el objetivo de comprobar el acceso de forma remota a los servidores Proxmox.

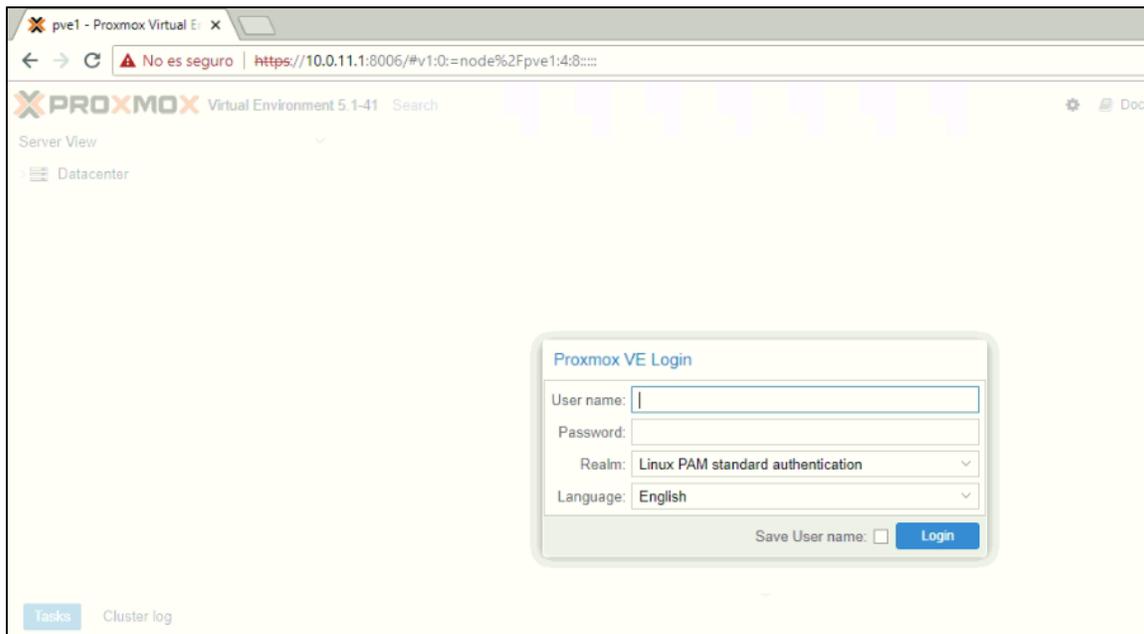


Figura 48. Solicitud de logeo en la interfaz web de pve1

Fuente: Propia

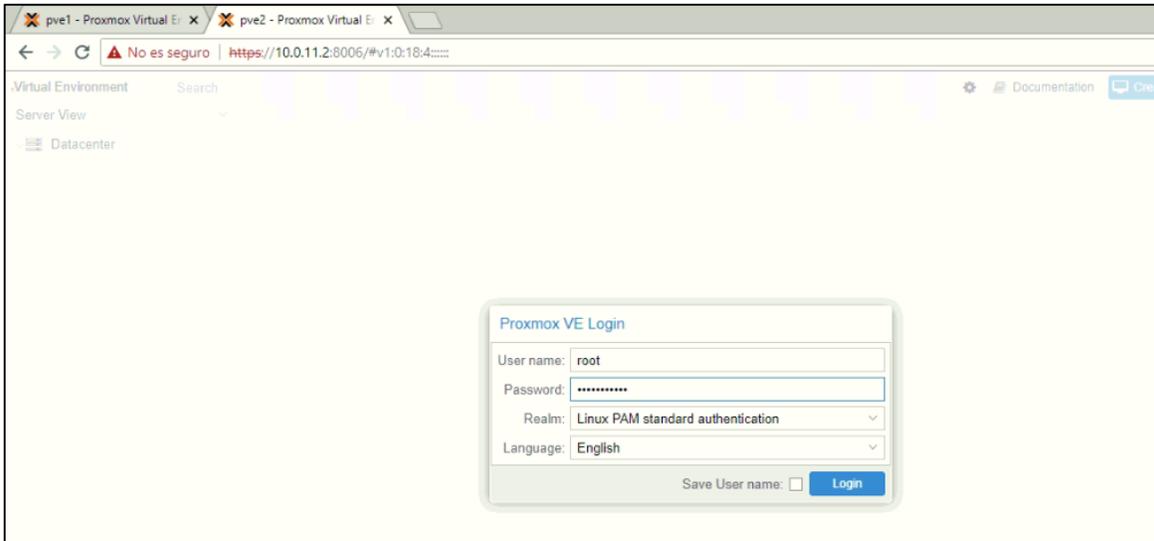


Figura 49. Solicitud de logeo en la interfaz web de pve2

Fuente: Propia

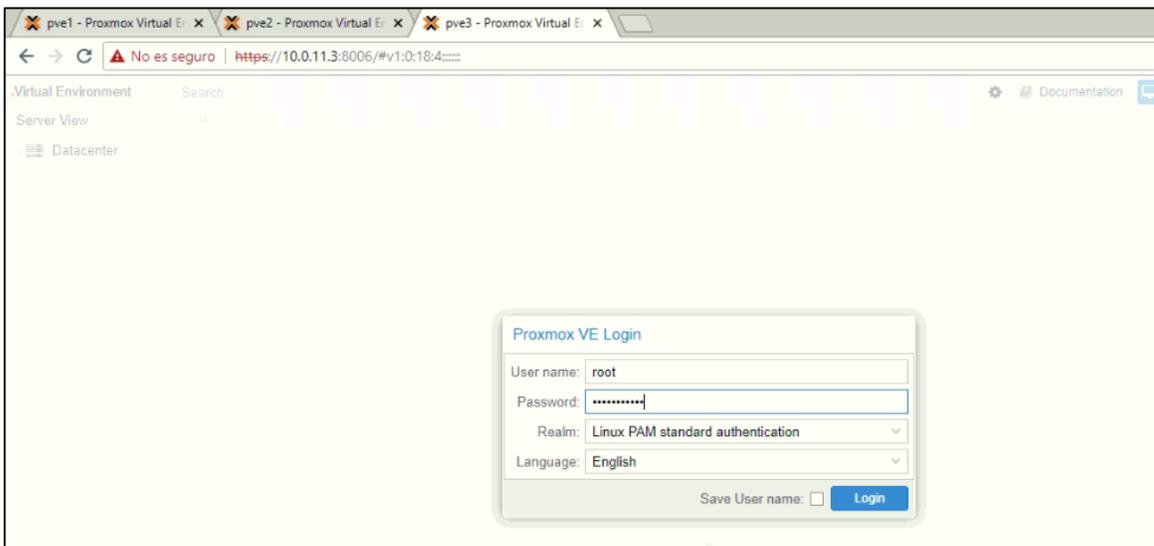


Figura 50. Solicitud de logeo en la interfaz web de pve3

Fuente: Propia

Actualmente, el acceso a los nodos se encuentra configurado por defecto con un único usuario root el cual posee todos los privilegios de configuración como se muestra en la Figura 51. Existen varios niveles de privilegios para el acceso que deben tomarse en cuenta para brindar más seguridad en el momento del logeo.

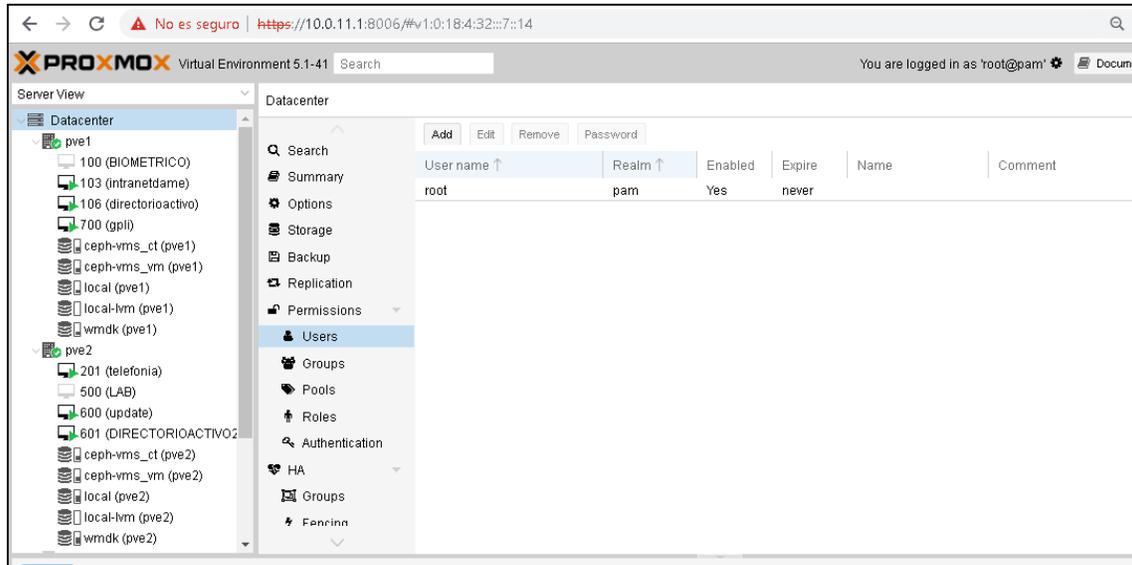


Figura 51. Usuarios habilitados para la administración

Fuente: Propia

Las configuraciones pueden realizarse desde cualquier nodo del clúster ya que el trabajo está centralizado, esto permite que los cambios aplicados desde uno de ellos sean adoptados por los demás, de esta manera se brinda una mayor gestión y administración en la arquitectura virtual.

4.3.3 Pruebas de Alta Disponibilidad.

En esta etapa se comprueba el correcto funcionamiento del clúster Proxmox y del storage Ceph, efectuando la migración de las máquinas virtuales en diferentes estados entre los nodos, y la facilidad de crear respaldos de las mismas de manera inmediata. Además de la verificación del comportamiento de las máquinas virtuales o contenedores en caso de eventualidades en el nodo donde se aloja.

4.3.3.1 Backup.

Proxmox facilita la capacidad de efectuar un backup de forma inmediata o dejarlo programado, este proceso se lo puede realizar tanto en frío como en caliente administrándolo desde la interfaz web.

En este caso se realiza un backup de la máquina ID 100 que se encuentra apagada. Se selecciona la opción Backup now para luego seleccionar los aspectos del respaldo, como se muestra en la Figura 52.

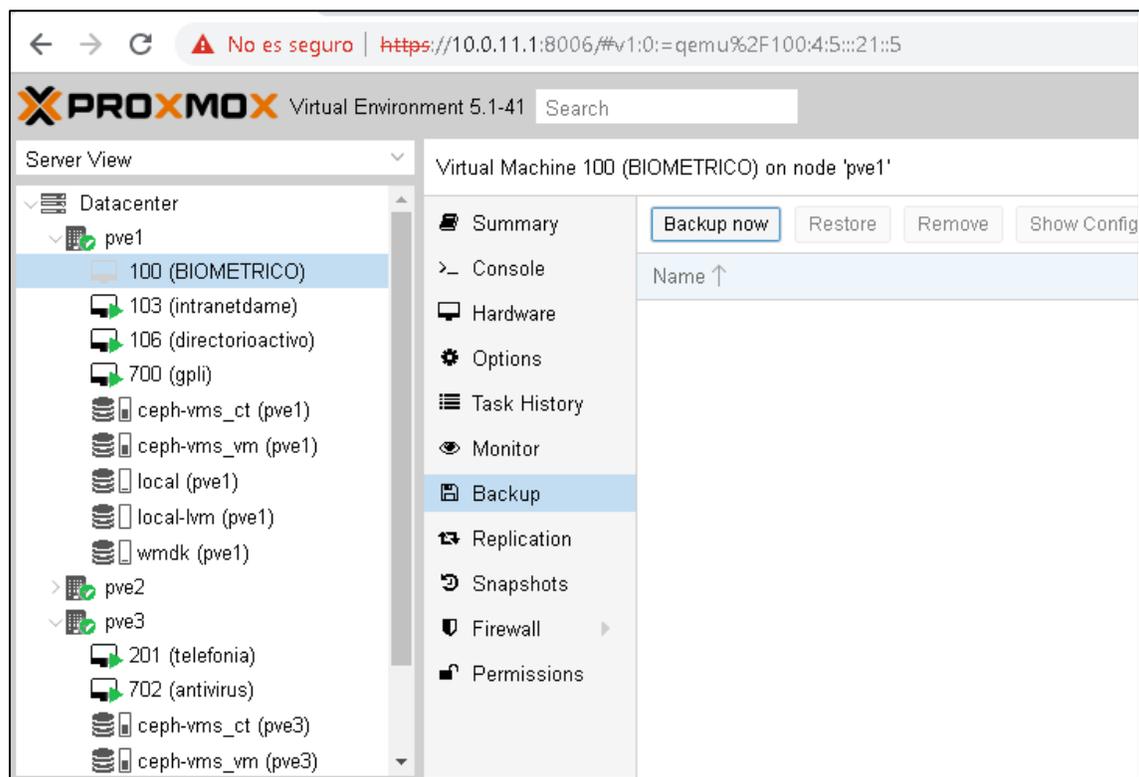


Figura 52. Opciones de Backup de la VM 100

Fuente: Propia

Las tareas de copia de seguridad se pueden programar para que se ejecuten automáticamente. La configuración de backup se realiza de acuerdo al tipo de huésped (VM

o LXC), seleccionando el lugar donde se realizará el almacenamiento, además tiene diferentes modos para este proceso como se muestra en la Figura 53, siendo el instantáneo (snapshot) el que proporciona el menor tiempo de inactividad. Este es ideal que para las máquinas se ejecuten normalmente mientras los datos se copian.

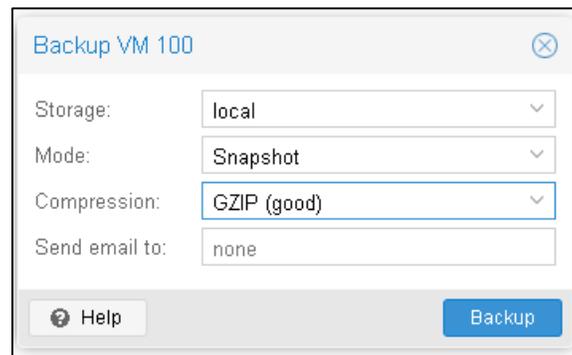


Figura 53. Opciones para realizar Backup

Fuente: Propia

En la Figura 54 se muestra que el proceso que se realiza para la copia de seguridad fue exitoso, en los logs se indica automáticamente el estado y el tiempo en realizarse.

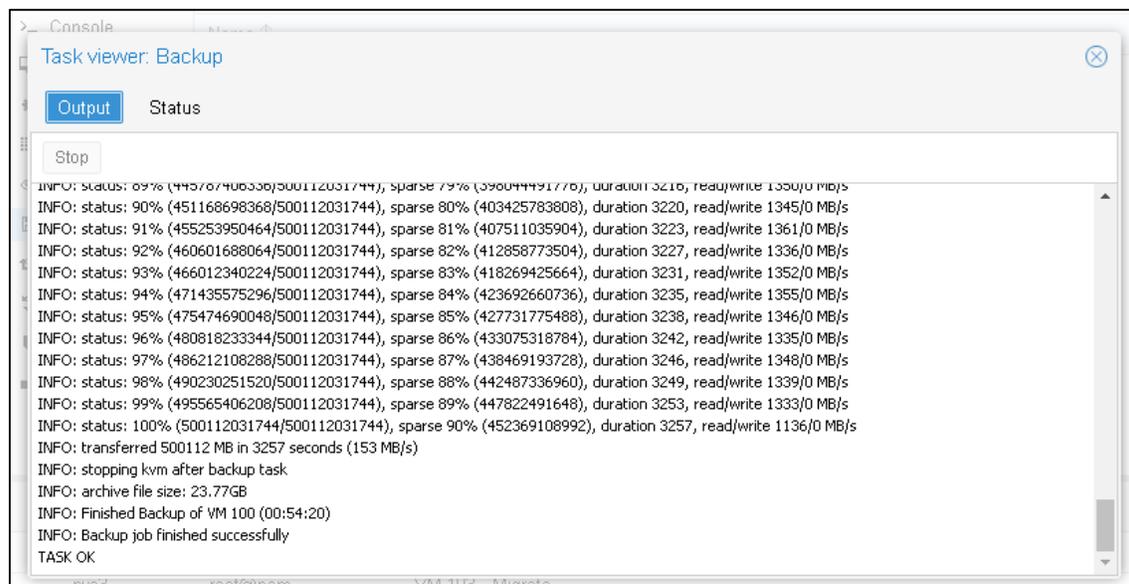


Figura 54. Estado del avance del proceso de Backup

Fuente: Propia

La copia de seguridad se codifica de acuerdo al tipo de huésped y el tiempo, así se pueden almacenar varias copias en el mismo directorio, para luego restaurar la versión que se desee como se muestra en la Figura 55.

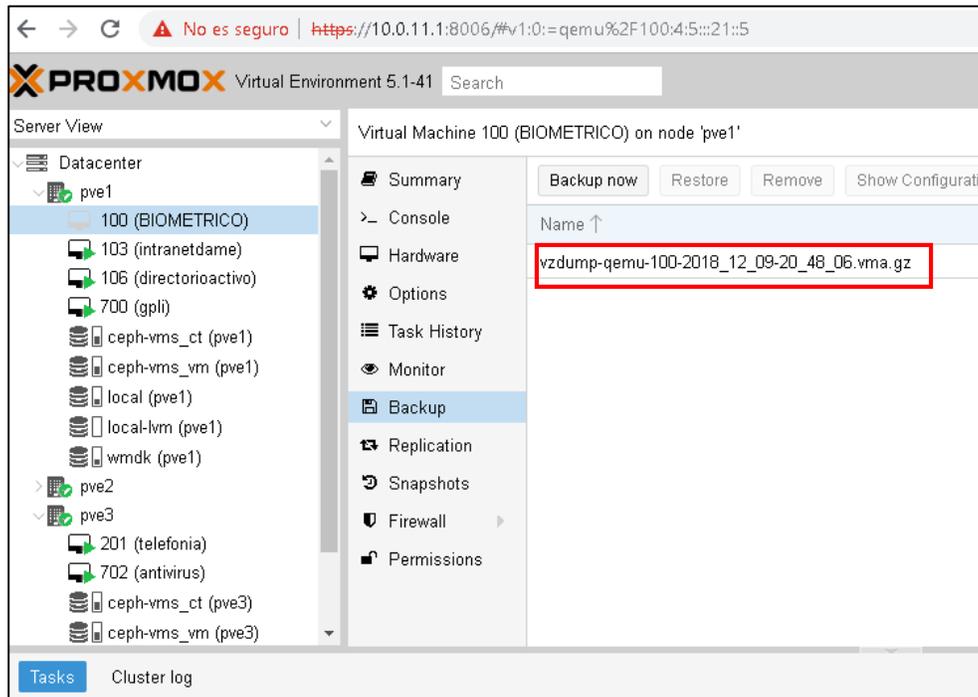


Figura 55. Copia de seguridad realizada

Fuente: Propia

Los backup de Proxmox son siempre completas, ya que proporcionan una solución totalmente integrada utilizando las capacidades de cada almacenamiento y cada tipo de sistema. De esta manera se puede escoger el modo para realizar la copia de seguridad y el tiempo de inactividad mientras se realiza el proceso.

4.3.3.2 Migración en vivo.

En la virtualización de servidores, es importante la migración de VM ya que permite migrar los recursos de un nodo a otro. Esto se puede realizar tanto en frío cuando la máquina

está apagada y en caliente con la máquina encendida. En la Figura 56 se muestra la máquina en estado apagado.

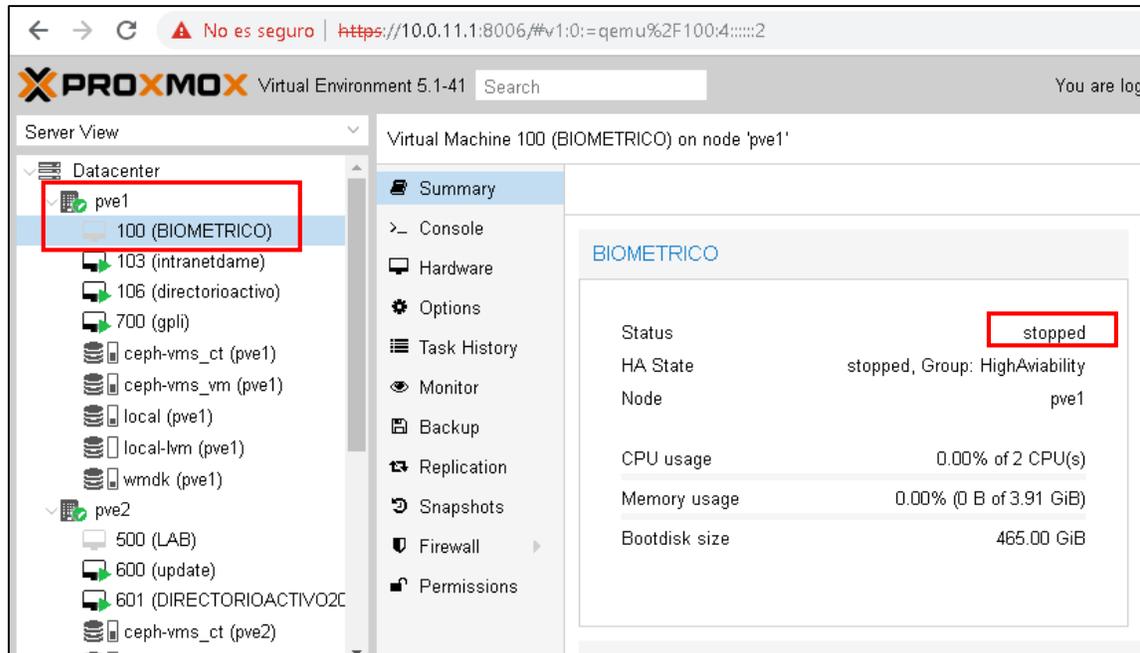


Figura 56. Información VM 100

Fuente: Propia

Para la migración en frío (Offline), la máquina con ID 100 está apagada en el nodo pve1 de Proxmox y se desea migrar hacia otro nodo, puede realizar este proceso mediante consola para lo cual se inserta los comandos:

```
# ha-manager migrate vm:100 node2
```

También se puede realizar este proceso desde la interfaz web, haciendo clic derecho sobre la máquina y seleccionando la opción Migrate. Luego se indica el nodo donde se migrará, en este caso la opción Offline está habilitada debido a que la VM está apagada como se muestra en la Figura 57.

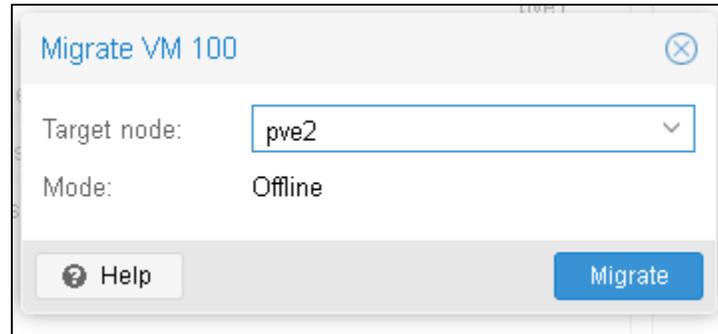


Figura 57. Selección del nodo para la Migración en frío

Fuente: Propia

Inmediatamente aparecerá la pantalla que detallará el proceso y confirmará que se realizó la migración correctamente mostrado en la Figura 58.

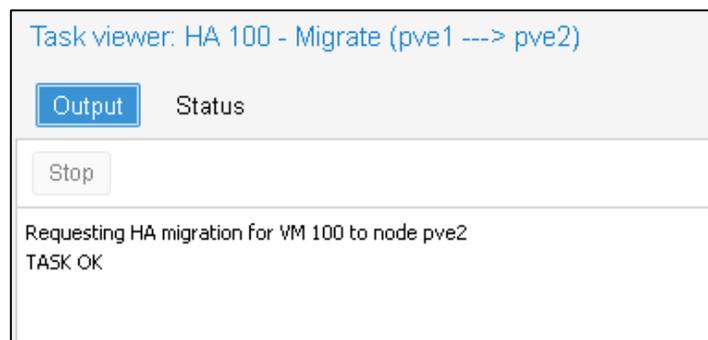


Figura 58. Estado de la migración

Fuente: Propia

Ahora, la máquina está disponible en el nodo 2 del clúster. El proceso es inmediato debido a que varios procesos o datos no están en uso. En la Figura 59 se muestra como la máquina ID 100 se migro hacia el nodo 2 y sigue manteniéndose en estado Offline.

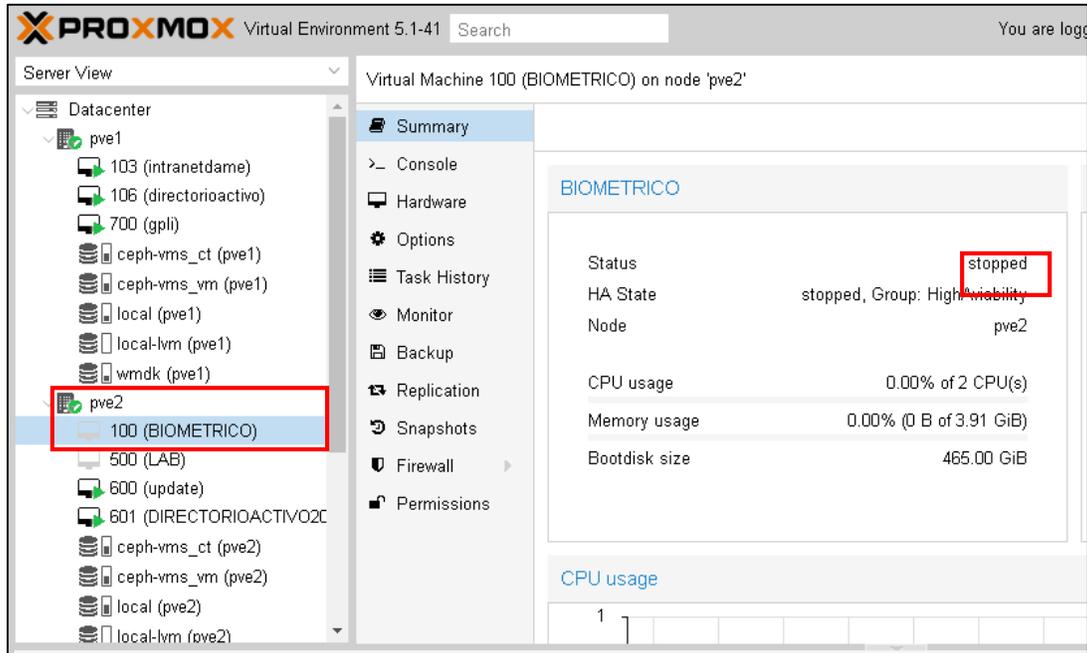


Figura 59. VM migrada hacia el nodo pve2 en el mismo estado

Fuente: Propia

Para la migración en caliente, se toma como prueba una máquina iniciada en Proxmox, se desea mantenerla activa en el otro nodo sin necesidad de apagarla.

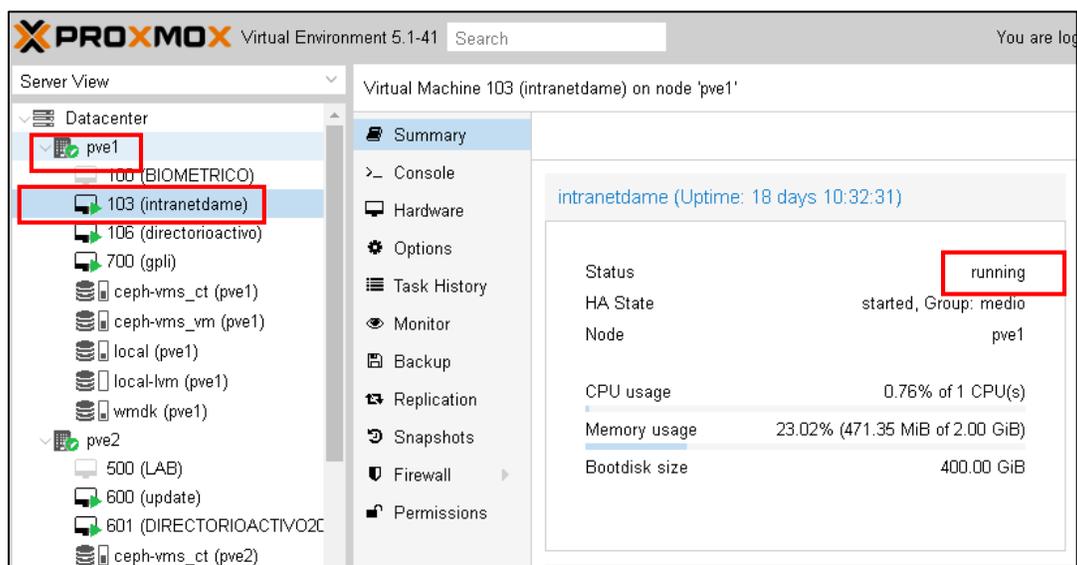


Figura 60. Información de la VM 103

Fuente: Propia

Además, se puede observar en la Figura 63 los procesos en el registro de la herramienta web, donde se observa el tiempo del proceso, la descripción y el nodo de uso. Se muestra como la máquina que fue migrada en caliente, vuelve a encenderse automáticamente en el nodo al que se migro.

Tasks Cluster log				
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 63. Procesos de la migración mostrados en la herramienta web

Fuente: Propia

Cuando la migración realizada en los dos escenarios funciona adecuadamente, se puede concluir que la comunicación entre los nodos y el storage funciona correctamente. Es notable la variación del tiempo debido al estado de la migración, pero al utilizar un almacenamiento compartido los procesos son más rápidos ya que no hay necesidades de copias de las máquinas de un nodo a otro.

En la Tabla 9 se muestra los resultados de la migración de la máquina virtual ID 103 en los diferentes escenarios, especificando sus recursos y tiempos que tardó para realizar el proceso.

Tabla 9

Tiempos de migración en frío y caliente

VM	Escenarios	Downtime	Velocidad de Migración	Tiempo de Migración	
ID 103	Disco: 4 GiB	Migración en Frío	0	409,6 Mb/s	6s
	Memoria: 2 GiB # CPU: 1	Migración en Caliente	47 ms	409,6 Mb/s	11s

Fuente: Propia

4.3.3.3 Levantamiento del Servicio.

Proxmox al eliminar la dependencia del hardware, hace que sea mucho más fácil alcanzar una alta disponibilidad, entonces si un host falla simplemente se puede iniciar esos servicios en otro.

Este entorno virtual proporciona una pila de software llamada “ha-manager”, capaz de detectar errores automáticamente y hacer un failover automático, de esta manera configura los recursos que debe administrar, luego verifica la funcionalidad correcta y maneja la conmutación por error del servicio trasladando la VM a otro nodo.

Para habilitar HA, se debe crear al menos un grupo HA, que identifica un set de nodos a los cuales se les definirá posteriormente las reglas, en ocasiones es necesario configurar varios grupos con los mismos nodos con diferentes valores de prioridad. Luego se deben crear las reglas de alta disponibilidad, donde seleccionando la VM o LXC se puede asignar los comportamientos en caso de eventualidades. En la Figura 64 se muestra el estado de la Alta Disponibilidad y las reglas creadas.

The screenshot shows the Proxmox VE web interface. In the left sidebar, the 'Datacenter' tree is expanded to show 'pve3' and its VM '201 (telefonía)'. The main panel displays the 'HA' status, with a table showing the status of various resources. A red box highlights the 'Status' column of the HA table.

Type	Status
quorum	OK
master	pve1 (active, Sun Dec 9 23:57:42 2018)
lrm	pve1 (active, Sun Dec 9 23:57:44 2018)
lrm	pve2 (active, Sun Dec 9 23:57:39 2018)
lrm	pve3 (active, Sun Dec 9 23:57:43 2018)

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

Figura 64. Estado de las reglas de alta disponibilidad

Fuente: Propia

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 65 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.

The screenshot shows the 'Edit Resource: Container/Virtual Machine' dialog box. The fields are as follows:

- VM: 201
- Max. Restart: 1
- Max. Relocate: 1
- Group: HighAvailability
- Request State: started
- Comment: (empty)

Buttons: Help, OK, Reset

Figura 65. Opciones para agregar la VM 201 en HA

Fuente: Propia

Para comprobar que la máquina este correctamente administrada en alta disponibilidad, se procede a generar un fallo en el nodo parando el servicio RGMManager, 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 66 se observa que la máquina virtual se ha iniciado exitosamente en pve2 tardando solamente unos minutos.

The screenshot displays the Proxmox VE web interface. On the left, the 'Server View' sidebar shows a tree of nodes, with 'pve2' and 'vm:201 (telefonía)' highlighted. The main content area shows the 'HA' status for the 'lrm' service. The 'Status' table is as follows:

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)

Below this, the 'Resources' table shows the state of various VMs:

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

Figura 66. Alerta en el fallo del nodo pve3 y levantamiento del servicio en el nodo pve2

Fuente: Propia

En la Figura 67 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.

Tasks		Cluster log		
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 67. Procesos del levantamiento del servicio mostrados en la herramienta web

Fuente: Propia

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 de restablecimiento será mayor. En la Tabla 10 se detallan los recursos utilizados por los servicios y el tiempo que tardan en levantarse en otro nodo.

Tabla 10

Tiempo de levantamiento del servicio

Servicios	Disco	Memoria	# CPU	Downtime
Biométrico	465GB	2.71 GB	2	2.01 minutos
Telefonía	700GB	2.70 GB	2	2 minutos
Directorio Activo	250GB	664,5 MB	2	2 minutos
Servidor de Correo	250 GB	368.9 MB	2	1,59 minutos

Fuente: Centro de Datos Clínica DAME

Para determinar el porcentaje de disponibilidad que el sistema brinda, se procede a utilizar la Ecuación 1, en la cual, si ocurriera un fallo, con un downtime de 2 minutos diarios, harían al año 12 horas, así entonces:

$$24 \times 365 = 8,760 \text{ Horas/año.}$$

$$\text{Avialability} = \frac{8760-12}{8760} \times 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\text{Avialability} = 99.863\%$$

La disponibilidad que ofrece el sistema está sobre el rango de 99.5%, por lo cual se concluye que los servicios de la Clínica DAME cuentan con una alta disponibilidad.

Conclusiones

- El rediseño de la red e implementación de una Infraestructura Virtual en la Clínica DAME permitió mejorar principalmente la prestación de los servicios con el uso de herramientas Open Source de Linux y la plataforma de Virtualización Proxmox, logrando adoptar una solución económica y funcional para entornos empresariales.
- La implementación del proyecto permitió la habilitación automática de los servicios en caso de falla, con un tiempo de recuperación de 2 minutos aproximadamente dependiendo de los recursos que utilice la máquina virtual, logrando un 99.86% de disponibilidad en el sistema.
- Se reutilizó los equipos existentes en el Centro de Datos gracias al estudio de consolidación de los servicios y el análisis de los dispositivos, de esta manera permitieron la selección de los sistemas físicos adecuados para la infraestructura planteada, logrando dar de baja los equipos obsoletos.
- En la arquitectura virtual la segmentación de las redes permite la comunicación de los nodos del clúster con la red y la creación del almacenamiento compartido. Además de mejorar el rendimiento de la red.
- La utilización de la herramienta de virtualización Proxmox, permite tener un control centralizado y redundante de su entorno operativo, principalmente para la gestión de servidores de diferentes SO, porque el sistema puede continuar su funcionamiento con un mínimo impacto en la operación. De esta manera, garantiza su implementación en instituciones cuya prestación de servicios es 24/7.

Recomendaciones

- Para el buen funcionamiento del Storage Ceph se debe tener en cuenta la utilización de discos totalmente disponibles, ya que pueden ocasionar problemas en la creación de los OSD.
- Es muy importante verificar en el BIOS del servidor donde se instalará Proxmox la opción de "Hardware Virtualization Extensions" validada, ya que permitirá a cada núcleo simular varios ordenadores independientes y así sostener múltiples sistemas operativos.
- Se recomienda tener en cuenta la versión de Proxmox para la instalación, debido a que, al realizar la actualización de repositorios para las descargas posteriores, algunos elementos no están disponibles. Para este proyecto se utilizó la versión 5.1 considerada como estable.
- La sincronización de los nodos del clúster es indispensable, debido a que permite el ingreso al sitio web donde se realiza la administración, así como también es importante para el intercambio de datos y el almacenamiento compartido.
- Es importante disponer de conectividad a Internet para los servidores Proxmox para la descarga de herramientas y repositorios.
- Se debe tener un número impar de servidores Proxmox ya que proporciona una mejor estabilidad al momento de elegir el master; para que funcione adecuadamente debe tener al menos 3 nodos.
- Cada nodo debe contar con al menos dos discos para almacenamiento y dos tarjetas de red para la comunicación de la infraestructura virtual, de esta manera se los archivos del Sistema Operativo no saturan el almacenamiento Ceph.

Referencias Bibliográficas

- Anixter Inc. (2018). *Designing and Managing a Data Center: Consolidation and Virtualization*. Obtenido de https://www.anixter.com/en_us/resources/literature/techbriefs/data-center-consolidation-and-virtualization.html
- Anónimo. (20 de Febrero de 2013). *TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN*. Obtenido de Segmentación y direccionamiento IP: <http://redes1ti.blogspot.com/2013/02/segmentacion-y-direccionamiento-ip.html>
- Bonet, N. (2018). *Windows Server 2016*. Barcelona: Ediciones ENI.
- 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>
- Cheng, S. M. (2014). *Proxmox High Availability*. Packt Publishing Ltd.
- 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
- Clinica DAME. (2017). *Clinica DAME*. Obtenido de <http://www.clinicadame.com/>
- Colobran Huguet, M., Arqués Soldevila, J. M., & Galindo, E. M. (2008). *Administración de sistemas operativos en red*. Barcelona: Editorial UOC.

- Dordoigne, J. (2015). *Redes Informáticas*. Barcelona: Ediciones ENI.
- Gai, S., & DeSant, C. (2010). *I/O Consolidation in the Data Center*. Indianapolis: Cisco Press.
- 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 Open-Source*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17327/1/CD-7823.pdf>
- Guerrero Fernández, M. J. (2015). *UF1466 - Sistemas de almacenamiento*. España: Elearning S.L.
- Hernández, C. (2011). *VIRTUALIZACIÓN COMO UNA ESTRATEGIA PARA REDUCIR COSTOS DE OPERACIÓN EN CENTROS DE CÓMPUTO*. México.
- Maillé, É., & Menecier, R.-F. (2012). *VMware vSphere 5 en el seno del datacenter*. Barcelona: Ediciones ENI.
- Marchionni, E. (2011). *Administrador de servidores*. Buenos Aires: Fox Andina.
- 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
- Niño Camazón, J. (2011). *Sistemas Operativos Monopuestos*. Madrid: Editex S.A.
- Paessler. (2018). *PRTG monitors every aspect of your IT infrastructure*. Obtenido de <https://www.paessler.com/prtg>

- Perujo, E. (2015). *UF1465 - Computadores para bases de datos*. España: ELEARNING S.L.
- Plaza, C. (2015). *Ensayo sobre la regulación tecnológica: La era digital en Europa*. España: Penguin Random House.
- Proxmox Server Solutions GmbH. (2018). *Open-Source Virtualization Platform*. Obtenido de <https://www.proxmox.com/en/proxmox-ve>
- QuinStreet Enterprise. (s.f.). *Webopedia*. Obtenido de https://www.webopedia.com/TERM/C/centralized_network.html
- Romero Ternero, M., Barbanacho Concejero, J., Benjumea Mondéjar, J., Rivera Romero, O., Ropero Rodríguez, J., Sánchez Antón, G., & Sivianes Castillo, F. (2010). *Redes Locales*. España: Paraninfo.
- Ros Marin, J. (2009). *Virtualización Corporativa con VMware*. Torredembarra: Ncora.
- Smith, H. (2011). *Data Center Storage: Cost-Effective Strategies, Implementation, and Management*. CRC Press.
- VMWare, I. (Mayo de 2007). *Server Consolidation and Containment With Virtual Infrastructure*. Obtenido de https://www.vmware.com/pdf/server_consolidation.pdf
- Voinea, J. G. (2012). *Redes de Comunicaciones. Administración y gestión*. España.

Glosario de Términos

Backup: Respaldo o copia de seguridad.

CEPH: Sistema de distribución de almacenamiento.

Emulador: Software específico para correr aplicaciones o módulos de un Sistema Operativo dentro de otro simulando esta arquitectura o Sistema Operativo.

FCIP (Fibre Channel por IP): Es el método que permite la transmisión de FC mediante redes IP, es conocida también como FC tunneling.

Fibre Channel Protocol (FCP): es una tecnología de Gigabit principalmente empleada en redes de almacenaje.

iFCP (Internet FCP): Es el método que permite enviar datos a dispositivos de almacenaje de una SAN mediante TCP/IP vía Internet.

iSCSI: es un protocolo de transporte de datos que transporta los comandos SCSI requeridos mediante la tecnología estándar de redes (TCP/IP).

LDM (Logical Disk Manager): Administrador de discos lógicos de almacenamientos

Logical Volume Manager: Administrador de volúmenes de almacenamiento lógico

LUNs: Condensador de volúmenes de almacenamiento que no necesariamente están en un solo volumen físico sino puede ser el compendio de varios volúmenes de varios dispositivos físicos

RAID: Arreglo de discos independientes redundantes

SAS: Serial Asociado SCSI, variación del sistema paralelo SCSI de comunicación punto a punto paralelo para discos duros.

SATA: Sistema serial de comunicación entre dispositivos de almacenamiento

SCSI: es una interfaz en paralelo que puede alcanzar una distancia de 25 metros, a una velocidad de 160 Mbps.

SSD: Disco de estado sólido

TI verde: presenta varias soluciones para el ahorro de energía eléctrica, disminución de CO2 y gastos de hardware.

ANEXOS

ANEXO A. Certificado de Implementación

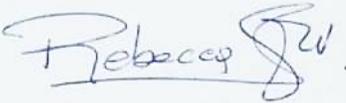
 **CLINICA
D.A.M.E.** **DIAGNÓSTICO AGUDO Y MÉDICOS ESPECIALISTAS S.A.**

Quito, 15 de Enero del 2019

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certifico que el proyecto de titulación con tema "REDISEÑO DE LA RED Y VIRTUALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS CON ALTA DISPONIBILIDAD PARA LA CLÍNICA DAME" desarrollado por la señorita Norma Yesenia Nazamués Narváez, portadora de la cédula N° 040162039-8, ha sido implementado satisfactoriamente en el centro de datos de la institución en conformidad con los parámetros estipulados en el anteproyecto.

Autorizo a la interesada hacer uso de este documento como estime conveniente.


Dra. Rebecca Mosquera V.
Coordinadora de Docencia


Ing. Raúl Gallegos H.
Coordinador de TI

Dir.: 18 de Septiembre OE5-116 y Av. Universitaria
teléfonos: 2565-753 / (02) 5000-110 Ext. (1000)
mail: dame.sa@hotmail.com
website: www.clinicadame.com
Quito - Ecuador



ANEXO B. Configuraciones del Switch de Core

```
#
version 5.20.99, Release 2221P07
#
sysname L3_DAME_CORE
#
irf mac-address persistent timer
irf auto-update enable
undo irf link-delay
#
domain default enable system
#
telnet server enable
#
password-recovery enable
#
VLAN 1
description VLAN_NETWORKING
#
VLAN 2
description VLAN_SERVIDORES
#
VLAN 3
description VLAN_GERENCIA
#
VLAN 4
description VLAN_SISTEMAS
#
VLAN 5
description VLAN_ADMINISTRATIVOS
#
VLAN 6
description VLAN_APOYO
#
VLAN 7
description VLAN_SALUD
#
VLAN 8
description VLAN_NETWORKING_WIRELESS
#
VLAN 9
description VLAN_STORAGE_CEPH
#
VLAN 10
description VLAN_CAMARAS
#
VLAN 11
description VLAN_SERV_PROXMOX
#
VLAN 50
```

```
description WAN_PUBLICAS
#
VLAN 60
description VLAN_TRONCAL_SIP
name VLAN_TRONCAL_SIP
#
VLAN 70
description VLAN_IP_PUBLICA_TVCABLE
#
domain system
access-limit disable
state active
idle-cut disable
self-service-url disable
#
user-group system
group-attribute allow-guest
#
local-user admin
password cipher $c$3$COsng6NA+8AGPxZG70tUHLZzswXrRnnMeOwb6e8k/A==
authorization-attribute level 3
service-type lan-access
service-type ssh telnet terminal
service-type web
#
stp mode rstp
stp instance 0 root primary
stp enable
#
interface NULL0
#
interface VLAN-interface1
description VLAN_NETWORKING
ip address 172.16.0.1 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface2
description VLAN_SERVIDORES
ip address 192.168.1.7 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface3
description VLAN_GERENCIA
ip address 10.0.3.254 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface4
description VLAN_SISTEMAS
ip address 10.0.4.254 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface5
description VLAN_ADMINISTRATIVOS
ip address 10.0.5.254 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface6
```

```
description VLAN_APOYO
ip address 10.0.6.254 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface7
description VLAN_SALUD
ip address 10.0.7.254 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface8
description VLAN_NETWORKING_WIRELESS
ip address 172.16.1.254 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface9
description VLAN_STORAGE_CEPH
ip address 10.0.9.254 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface10
description VLAN_CAMARAS
ip address 10.0.0.254 255.255.255.0
#
interface VLAN-interface11
description VLAN_SERV_PROXMOX
ip address 10.0.11.254 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet1/0/1
description NODO1_CEPH
port access VLAN 11
#
interface GigabitEthernet1/0/2
description PROX_NODO1_TRUNK
port link-type trunk
port trunk permit VLAN all
#
interface GigabitEthernet1/0/3
description PROX_NODO2_TRUNK
port link-type trunk
port trunk permit VLAN all
#
interface GigabitEthernet1/0/4
description NODO2_CEPH
port access VLAN 11
#
interface GigabitEthernet1/0/5
description PROX_NODO3_TRUNK
port link-type trunk
port trunk permit VLAN all
#
interface GigabitEthernet1/0/6
description NODO3_CEPH
port access VLAN 11
#
interface GigabitEthernet1/0/7
port access VLAN 2
```

```
#
interface GigabitEthernet1/0/8
  description VLAN_TRUNK_IP_PUBLICAS
  port access VLAN 50
#
interface GigabitEthernet1/0/9
  description VLAN_TRONCAL_SIP
  port access VLAN 60
#
interface GigabitEthernet1/0/10
  description _IP_PUBLICA_TV_CABLE
  port access VLAN 70
#
interface GigabitEthernet1/0/11
  port access VLAN 2
#
interface GigabitEthernet1/0/12
  port access VLAN 2
#
interface GigabitEthernet1/0/13
  port access VLAN 10
#
interface GigabitEthernet1/0/14
#
interface GigabitEthernet1/0/15
  port access VLAN 2
#
interface GigabitEthernet1/0/16
  port access VLAN 2
#
interface GigabitEthernet1/0/17
  port link-type trunk
  port trunk permit VLAN all
#
interface GigabitEthernet1/0/18
  port access VLAN 2
#
interface GigabitEthernet1/0/19
  port access VLAN 11
#
interface GigabitEthernet1/0/20
  port access VLAN 2
#
interface GigabitEthernet1/0/21
  port access VLAN 2
#
interface GigabitEthernet1/0/22
  port access VLAN 2
#
interface GigabitEthernet1/0/23
  port link-type trunk
  port trunk permit VLAN all
```

```
#
interface GigabitEthernet1/0/24
  port link-type trunk
  port trunk permit VLAN all
#
interface GigabitEthernet1/0/25
  shutdown
#
interface GigabitEthernet1/0/26
  shutdown
#
interface GigabitEthernet1/0/27
  shutdown
#
interface GigabitEthernet1/0/28
  shutdown
#
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.1.115
#
snmp-agent
snmp-agent local-engineid 800063A203443192FD51C0
snmp-agent community read public
snmp-agent sys-info contact dame
snmp-agent sys-info location ecuador
snmp-agent sys-info version v2c v3
#
load xml-conFiguration
#
user-interface aux 0
user-interface vty 0
  authentication-mode scheme
  user privilege level 2
  set authentication password cipher
$c$3$lqr0/YcI9JT4/heDaYnH03MnAqpiy8Fzff3bSYOJyw==
  history-command max-size 20
  idle-timeout 6 0
  screen-length 30
user-interface vty 1 3
  authentication-mode scheme
  set authentication password cipher
$c$3$QRMHJG/0CCBzbWDnOExKP9hDkHNHFHrhMSNrEXHuGQ==
  history-command max-size 20
  idle-timeout 60 0
  screen-length 30
  protocol inbound telnet
user-interface vty 4 15
#
return
```

ANEXO C. Instalación de Proxmox VE

Para el proceso de instalación de la plataforma de virtualización Proxmox, primero se verifica que cada nodo cuente con los requisitos ya establecidos para la infraestructura virtual.

Puede bajar el ISO instalador de PROXMOX en: <https://www.proxmox.com/en/downloads>

La siguiente información es procedente a la instalación y configuración de cada nodo, definiendo su nombre FQDN y redes para su comunicación.

NODO 1

FQDN: pve1.clinicadame.local
Managment_interface_network: 10.0.11.1/24
Storage_interface_network: 10.0.9.1/24

NODO 2

FQDN: pve2.clinicadame.local
Managment_interface_network: 10.0.11.2/24
Storage_interface_network: 10.0.9.2/24

NODO 3

FQDN: pve3.clinicadame.local
Managment_interface_network: 10.0.11.3/24
Storage_interface_network: 10.0.9.3/24

Al iniciar el servidor desde el disco de instalación, mostrará la siguiente pantalla, en la cual se procede a seleccionar **Install Proxmox VE**.



Figura B1

A continuación, se despliega la pantalla que presenta la **información legal del producto** en el cual se recalca que es Open Source.

Este acuerdo indica que Proxmox es un producto Open, que puede ser utilizado, modificado y que ofrece lo que trae en la media de instalación con soporte únicamente comunitario. Se procede a aceptar el acuerdo con un clic sobre **I agree**.

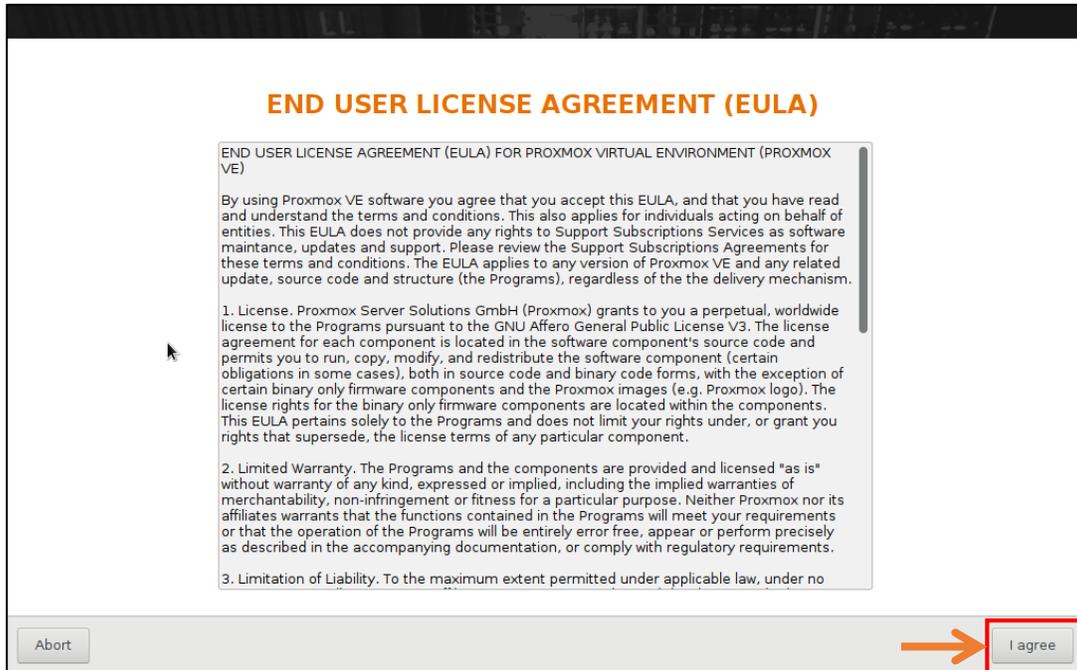


Figura B2

Ahora, se selecciona el disco en el cual se instalará el sistema de Proxmox. También puede modificar las particiones en las opciones. En este caso se continua en las configuraciones por defecto.

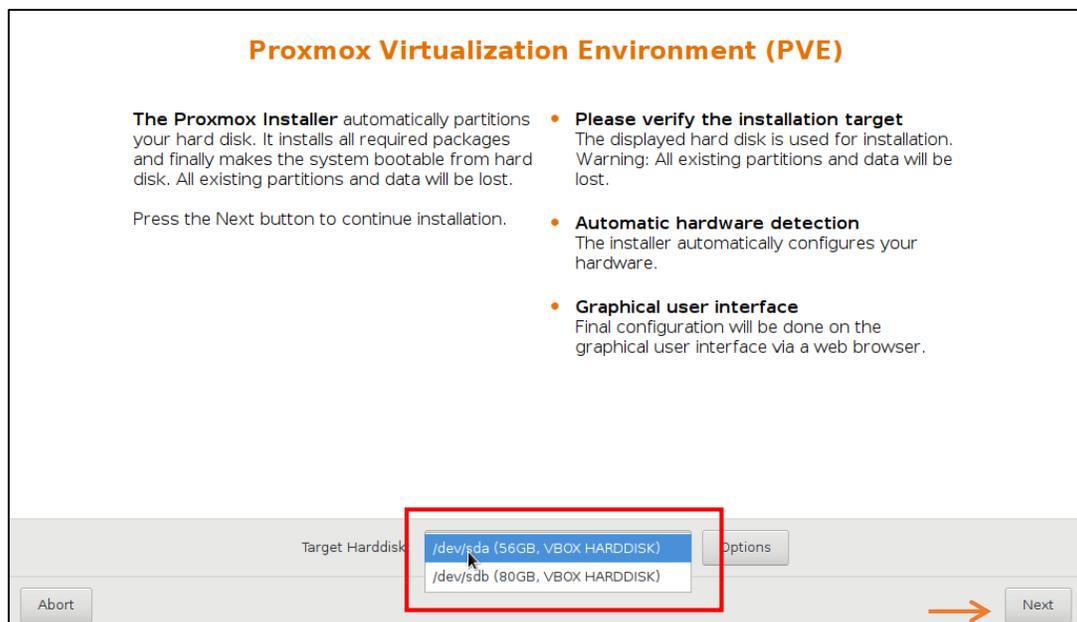


Figura B3

Para las optimizaciones automáticas es muy importante definir la ubicación y hora. Además de permitir la sincronización con los demás "Servidores físicos (Nodos)" que sean instalados. Para ello es necesario que este nodo tenga acceso NTP puerto default (123). Después de instalar puede cambiarlo e indicar un servidor NTP local.

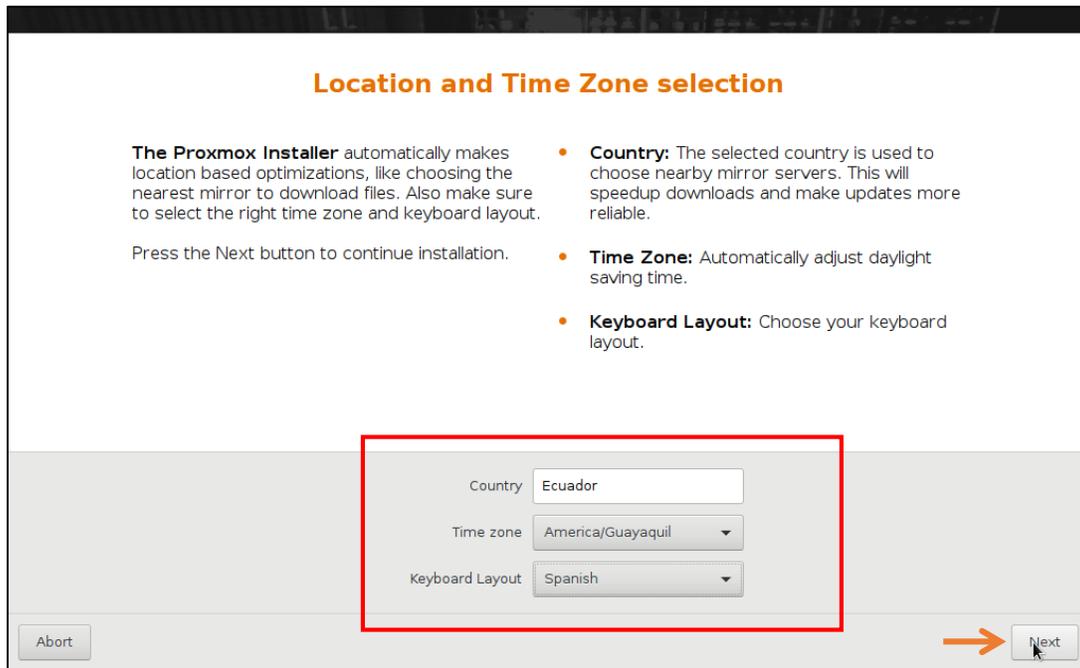


Figura B4

Para la autenticación Proxmox solicita un password para el usuario "root" y un correo electrónico para notificaciones del sistema. Este password es asociado al usuario root el cual se utiliza para acceder vía Web o SSH consola.

Administration Password and E-Mail Address

Proxmox Virtual Environment is a full featured highly secure GNU/Linux system based on Debian.

Please provide the *root* password in this step.

- **Password:** Please use a strong password. It should have 8 or more characters. Also combine letters, numbers, and symbols.
- **E-Mail:** Enter a valid email address. Your Proxmox VE server will send important alert notifications to this email account (such as backup failures, high availability events, etc.).

Press the Next button to continue installation.

Password:

Confirm:

E-Mail:

Abort → Next

Figura B5

A continuación, se detalla la configuración básica de red donde se establece el direccionamiento según la red que utilice. (Estos valores se encuentran al inicio del anexo C). También se configura el FQDN (Fully qualified domain name) que es un nombre que incluye el "nombre del servidor" y el "nombre de dominio" asociado a ese equipo.

Management Network Configuration

Please verify the displayed network configuration. You will need a valid network configuration to access the management interface after installation.

Afterwards press the Next button to continue installation. The installer will then partition your hard disk and start copying packages.

- **IP address:** Set the IP address for the Proxmox Virtual Environment.
- **Netmask:** Set the netmask of your network.
- **Gateway:** IP address of your gateway or firewall.
- **DNS Server:** IP address of your DNS server.

Management Interface:

Hostname (FQDN):

IP Address:

Netmask:

Gateway:

DNS Server:

→

Figura B6

Luego de ingresar la información inicial el proceso de instalación inicia, tardando alrededor de 10 a 15 minutos para concluir.

Virtualize your IT Infrastructure

Proxmox VE is ready for enterprise deployments.

The role based permission management combined with the integration of multiple external authentication sources is the base for a secure and stable environment.

Visit www.proxmox.com for more information about commercial support subscriptions.

- **Commitment to Free Software**
The source code is released under the GNU Affero General Public License.
- **RESTful web API**
Resource Oriented Architecture (ROA) and declarative API definition using JSON Schema enables easy integration for third party management tools.
- **Virtual Appliances**
Pre-installed applications - up and running within a few seconds.

extracting base system
28%

Next

Figura B7

Al finalizar la instalación básica, se procede al reiniciar el servidor. Ahora está listo para iniciar como NODO.

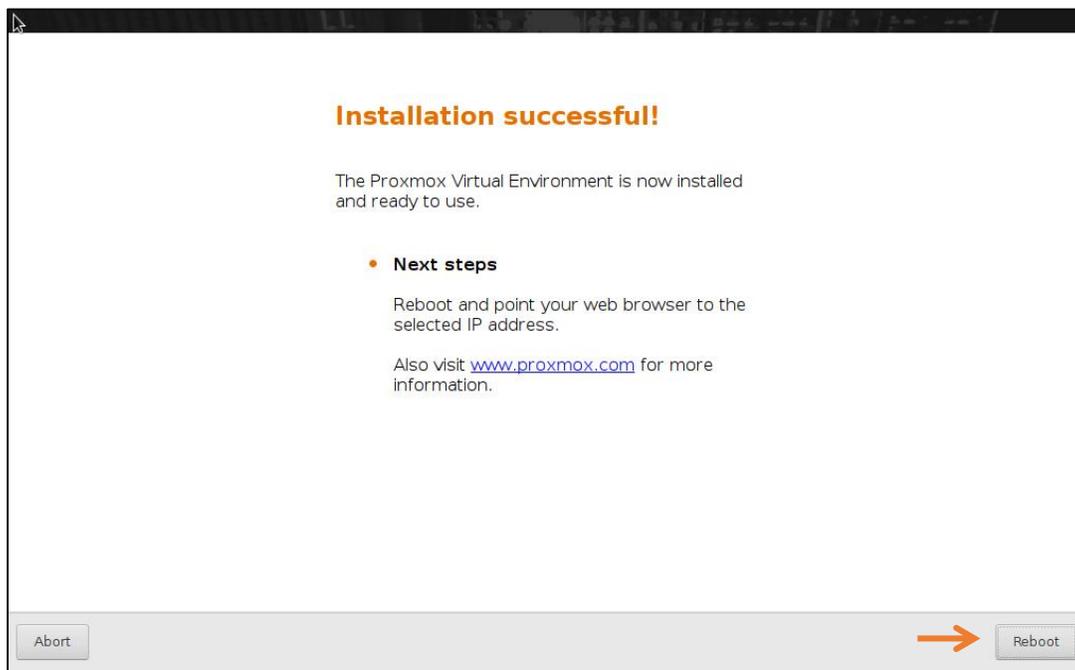


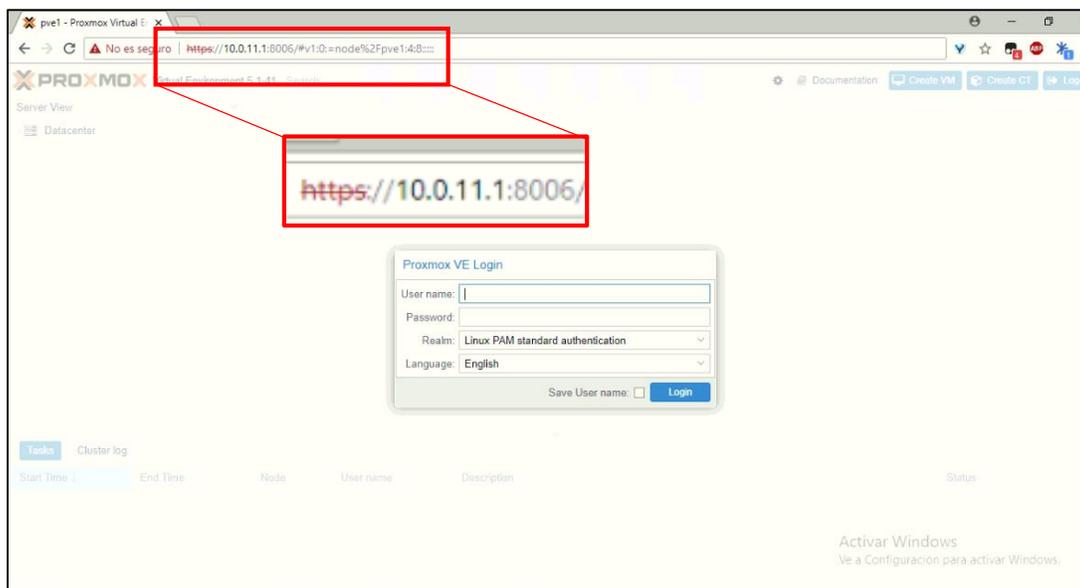
Figura B8

Al arrancar el "Servidor físico (Nodo)" debe presentar la siguiente pantalla donde indica la IP y Puerto para ingresar vía al administrador Web. El usuario default es "root" y el password es el que proporcionamos durante la instalación.

```
-----  
Welcome to the Proxmox Virtual Environment. Please use your web browser to  
configure this server - connect to:  
https://10.0.11.1:8006/  
-----  
pve1 login: root  
Password:  
Linux pve1 4.13.13-2-pve #1 SMP PVE 4.13.13-32 (Thu, 21 Dec 2017 09:02:14 +0100) 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:~#
```

Figura B9

Finalmente, para el acceso a la interfaz web, se ingresa mediante la dirección web que se observa en la consola. Las credenciales son las mismas establecidas en la instalación.

**Figura B10**

Para la instalación en los demás nodos, se toma en cuenta el mismo proceso. Modificando el direccionamiento de acuerdo al servidor que pertenezca.

Validar instalación y configuración Básica

- **Verificar la hora del NODO:** Seleccione en la parte izquierda el icono en forma de servidor y luego en la opción System -> Time: Observe que la hora este correcta. Es necesario que la hora sea la misma en todos los NODOS para integrarlo al Clúster.

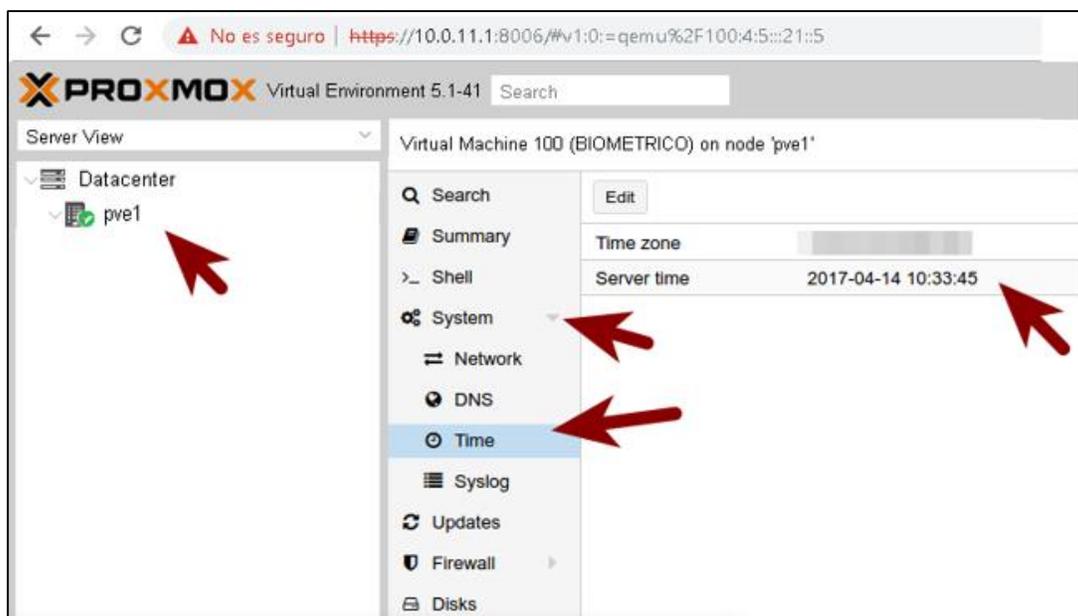


Figura B11

- **Configuración de red:** Compruebe que la configuración de su NODO es correcta y tiene salida a Internet para las actualizaciones. En la opción Network.

Una vez concluido el proceso de instalación, se procede a realizar las configuraciones necesarias para la creación del clúster, instalación del OVS y creación de máquinas virtuales.

ANEXO D. Configuración del Clúster y Storage Ceph

Una vez montado Proxmox en los 3 nodos, se procede a realizar las configuraciones e instalaciones de los complementos necesarios para el levantamiento de la infraestructura virtual. En el anexo C se encuentra el proceso detallado de la instalación.

Antes de empezar con las configuraciones, se debe aplicar las últimas actualizaciones del Sistema Operativo y de las herramientas de virtualización. Por lo cual en la consola aplicamos el comando siguiente:

```
root@pveX# apt-get update && apt-get dist-upgrade
```

```
root@pve1:~# apt-get update
Get:1 http://security.debian.org stretch/updates InRelease [94.3 kB]
Ign:2 http://ftp.debian.org/debian stretch InRelease
Get:3 http://ftp.debian.org/debian stretch Release [118 kB]
Get:4 http://security.debian.org stretch/updates/main amd64 Packages [387 kB]
Get:5 http://ftp.debian.org/debian stretch Release.gpg [2,434 B]
Get:6 http://security.debian.org stretch/updates/main Translation-en [183 kB]
Get:7 http://ftp.debian.org/debian stretch/main amd64 Packages [7,099 kB]
Get:8 http://security.debian.org stretch/updates/contrib amd64 Packages [1,760 B]
Ign:9 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch InRelease
Ign:10 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch Release
Ign:11 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise amd64 Packages
Get:12 http://security.debian.org stretch/updates/contrib Translation-en [1,759 B]
Ign:13 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise all Packages
Ign:14 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise Translation-en_US
Ign:15 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise Translation-en
Ign:11 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise amd64 Packages
Ign:13 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise all Packages
Ign:14 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise Translation-en_US
Ign:15 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise Translation-en
Ign:11 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise amd64 Packages
Ign:13 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise all Packages
Ign:14 https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch/pve-enterprise Translation-en_US
20% [7 Packages 197 kB/7,099 kB 3%]_
```

Si al actualizar los ficheros, existen algunos problemas, se debe

/etc/apt/sources.list

```
GNU nano 2.7.4 File: /etc/apt/sources.list
deb http://ftp.debian.org/debian stretch main contrib
deb http://download.proxmox.com/debian/pve stretch pve-no-subscription
# security updates
deb http://security.debian.org stretch/updates main contrib
```

/etc/apt/sources.list.d/pve-enterprise.list

```
GNU nano 2.7.4 File: /etc/apt/sources.list.d/pve-enterprise.list Modified
#deb https://enterprise.proxmox.com/debian/pve stretch pve-enterprise
```

Instalación OpenVSwitch

Es importante la instalación de un Switch multinivel virtual (Open vSwitch) debido a que permite el encaminamiento del tráfico entre máquinas virtuales y los equipos externos de la red, dándoles acceso a la interfaz de la red física permitiendo la segmentación de las VLANs.

El comando es el siguiente:

```
root@pveX# apt-get install openvswitch-switch
```

Configuración hosts

En cada nodo se debe modificar el archivo que permite definir y resolver las direcciones de los vecinos en la red, creando un alias para cada uno. Para ello, se ingresa al archivo

/etc/hosts.

```
# Nodes Cluster PROXMOX
10.0.11.1 pve1.clinicadame.local pve1 pve1localhost
10.0.11.2 pve2.clinicadame.local pve2 pve2localhost
10.0.11.3 pve3.clinicadame.local pve3 pve3localhost
```

Sincronización de los nodos

Para configurar en Proxmox primero se debe descargar los paquetes necesarios para luego configurarlos. Se lo realiza mediante el siguiente comando:

```
root@pveX:# apt-get install ntp ntpdate
```

Luego, se procede a editar el archivo `/etc/ntp.conf` de la siguiente manera:

```
# Local users may interrogate the ntp server more closely.
restrict 127.0.0.1
restrict 10.0.9.1
restrict 10.0.9.2
restrict 10.0.9.3
restrict ::1
```

Agregando después los servidores ntp de Google y propios de Latinoamérica

```
# You do need to talk to an NTP server or two (or three).
#server ntp.your-provider.example
server time1.google.com iburst
server time2.google.com iburst
server 216.239.35.0
server 216.239.35.4
```

Posteriormente, en la terminal de cada nodo se sincroniza la hora con el hardware, utilizando el siguiente comando:

```
hwclock -systohc
```

Activación del clúster Proxmox

Para la activación del clúster Proxmox, se realizan dos procesos:

- Creación del clúster en el nodo principal
- Agregar los demás nodos al clúster apuntando al nodo principal

El siguiente comando se utiliza para generar la llave pública en el nodo1 o principal:

```
root@pve1:# ssh-keygen -t rsa
```

Luego, se distribuye la misma clave hacia los demás nodos mediante el siguiente comando:

```
root@pve1:# ssh-copy-id root@pve2
root@pve1:# ssh-copy-id root@pve3
```

Crear el clúster y agregar nodos.

Para crear el clúster se debe ingresar al nodo principal e insertar el siguiente comando:

```
pvecm create clusterdame
```

Mediante SSH o ingresando directamente al nodo2 y nodo3, se procede a agregarlos al clúster mediante el comando:

```
pvecm add pve1
```

Para verificar el estado del clúster se utiliza el siguiente comando:

```
pvecm status
```

Después de efectuar la creación del clúster, en la interfaz web del nodo primario se debe visualizar la inserción de los demás nodos.

Creación de Storage Ceph

La creación de Ceph es necesario para habilitar Alta Disponibilidad en Proxmox, para activar el servicio primero se debe instalar en cada nodo las librerías necesarias con las siguientes líneas de comando:

```
pveceph install
```

Luego, se activa el servicio Ceph-Monitor inicializando el servicio. Esto se hace únicamente en el Nodo Primario.

```
pveceph init --network 10.0.11.0/24
```

A continuación, también se debe activar el monitoreo de Ceph en todos los nodos.

```
pveceph createmon
```

Es importante verificar que todos los nodos del clúster que comparten recursos en unidades de almacenamiento extra deben quedar integrados.

Posteriormente, se deben crear Ceph-OSD, que son los servicios asociados a las unidades de almacenamiento extra. Aquí se muestran los discos disponibles que se instalaron en cada servidor.

ANEXO E. Configuraciones del OVS

En cada nodo mediante consola, se edita el fichero `/etc/network/interfaces`, el cual contiene las configuraciones de la infraestructura virtual. Permitiendo agregar las tarjetas virtuales a cada uno.

Nodo 1

```

auto lo
iface lo inet loopback

iface enp1s0 inet manual

allow-vmbr1 enp2s0
iface enp2s0 inet manual
    ovs_type OVSPort
    ovs_bridge vmbr1

auto vmbr0
iface vmbr0 inet static
    address 10.0.11.1
    netmask 255.255.255.0
    bridge_ports enp1s0
    bridge_stp off
    bridge_fd 0

auto vmbr1
iface vmbr1 inet manual
    ovs_type OVSBridge
    ovs_ports enp2s0 VLAN1 VLAN2 VLAN3 VLAN4 VLAN5 VLAN6 VLAN7
    VLAN8 VLAN10 VLAN9 VLAN50 VLAN60 VLAN70

allow-vmbr1 VLAN1
iface VLAN1 inet manual
    ovs_type OVSPort
    ovs_bridge vmbr1
    ovs_options tag=1

allow-vmbr1 VLAN2
iface VLAN2 inet manual
    ovs_type OVSPort
    ovs_bridge vmbr1
    ovs_options tag=2

allow-vmbr1 VLAN3
iface VLAN3 inet manual
    ovs_type OVSPort

```

```
    ovs_bridge vbr1
    ovs_options tag=3

allow-vbr1 VLAN4
iface VLAN4 inet static
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vbr1
    ovs_options tag=4

allow-vbr1 VLAN5
iface VLAN5 inet manual
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vbr1
    ovs_options tag=5

allow-vbr1 VLAN6
iface VLAN6 inet manual
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vbr1
    ovs_options tag=6

allow-vbr1 VLAN7
iface VLAN7 inet manual
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vbr1
    ovs_options tag=7

allow-vbr1 VLAN8
iface VLAN8 inet manual
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vbr1
    ovs_options tag=8

allow-vbr1 VLAN10
iface VLAN10 inet manual
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vbr1
    ovs_options tag=10

allow-vbr1 VLAN9
iface VLAN9 inet static
    address 10.0.9.1
    netmask 255.255.255.0
    gateway 10.0.9.254
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vbr1
    ovs_options tag=9

allow-vbr1 VLAN50
iface VLAN50 inet manual
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vbr1
```

```
    ovs_options tag=50

allow-vmbr1 VLAN60
iface VLAN50 inet manual
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vmbr1
    ovs_options tag=60

allow-vmbr1 VLAN70
iface VLAN50 inet manual
    ovs_type OVSIntPort
    ovs_bridge vmbr1
    ovs_options tag=70
```

ANEXO F. Instalación de PRTG

Hacer doble clic sobre el archivo de instalación en su ordenador que será utilizado como servidor de PRTG. Siga las instrucciones del asistente de instalación para instalar el software.

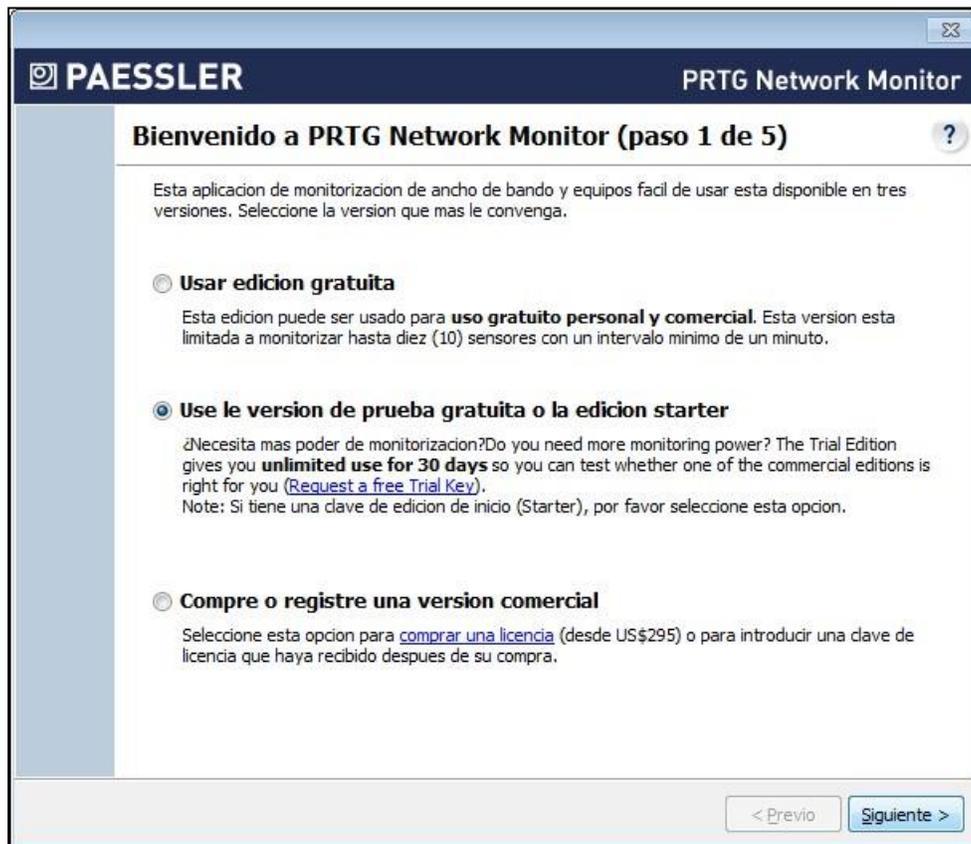


Figura E.1 Asistente de Bienvenida

Si tiene dudas mientras el asistente de instalación está activo, presione el símbolo de interrogación azul (?) en la esquina superior derecha para cargar una página de información en su navegador. Esto le presentara con información detallada referente a cada paso de la instalación.

1 Paso: Seleccione el tipo de edición que desea instalar.

2 Paso: Para las ediciones de prueba, de inicio o en caso de ediciones comerciales, introduzca su información de licencia (este paso no es necesario en la edición gratuita).

3 Paso: Bajo la configuración esencial, introduzca una dirección de correo electrónico válida y deje los demás valores en el estado actual.

4 Paso: En el Modo de selección de clúster recomendamos configurar su instalación en el modo standalone. Puede expandir su configuración a un sistema de clúster después.

Cargar la interface web

Ejecute Google Chrome o Mozilla Firefox en el ordenador en el cual instalo PRTG e introduzca la dirección IP del mismo ordenador en la barra de acceso. Si ha definido uno de estos navegadores como su navegador estándar también puede acceder al programa usando el icono de PRTG Network Monitor en su escritorio.

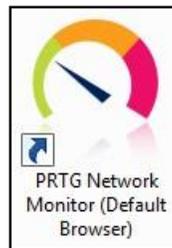


Figura E.2 Icono de escritorio

Confirme la advertencia de certificado

Al cargar la interface de web su navegador por lo común producirá una advertencia de certificado.

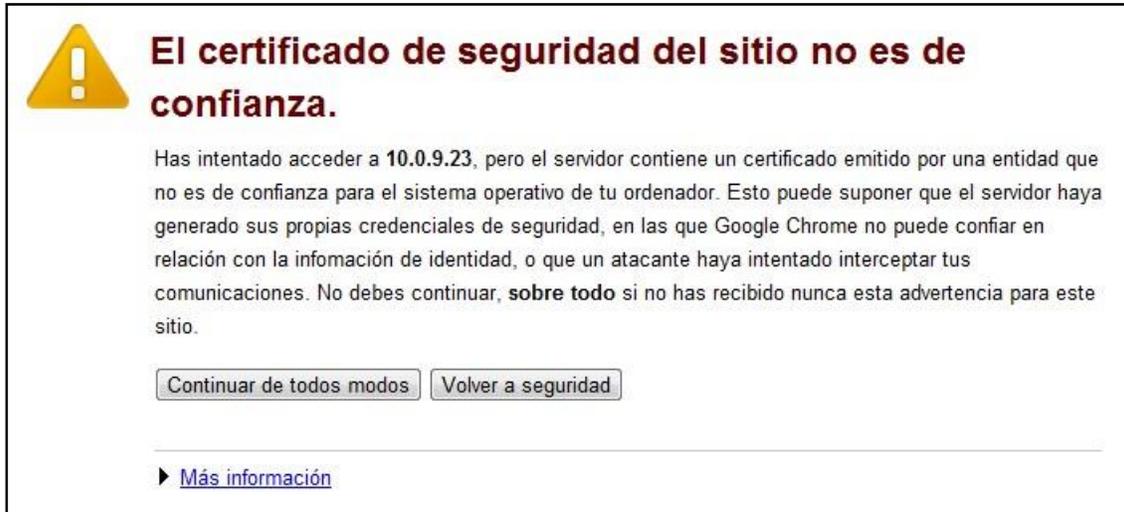


Figura E.3 Advertencia de seguridad del navegador Chrome

Cada navegador usa un formato diferente para esta advertencia. El certificado que viene con PRTG no es inseguro, pero no viene certificado por una autoridad válida. Para proceder a la pantalla de registro por favor confirme el "riesgo de seguridad".

Registro

Después de cargar la interface web aparecerá la pantalla de registro:

Figura E.4 Página de registro de PRTG

Use la opción GUI AJAX (todas las funciones).

Seleccione Usar registro estándar para registrarse automáticamente con el nombre de usuario y contraseña

Haga clic en el botón Registro para proceder a la interface web de PRTG.

Descubrimiento automático de red

Después de registrarse a la interface web seleccione el botón Pág. princ. del menú principal.

Aparecerá la pantalla de bienvenida.



Figura E.5 Bienvenido a PRTG

Seleccione Ejecutar descubrimiento automático de red para automáticamente escanear su red. PRTG tratara de detectar todos los aparatos conectados en tan solo dos pasos.

Descubrimiento automático - primer paso

En el primer paso se desplegará el árbol con todas las sondas y grupos de su configuración.

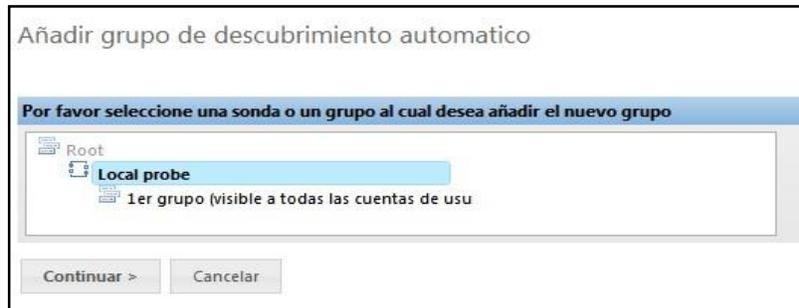


Figura E.6 Añadir grupo de descubrimiento automático, paso 1

- Seleccione Sonda local del árbol de aparatos.
- Haga clic en el botón Continuar.

Descubrimiento automático - segundo paso

En el segundo paso se requiere información adicional de su red.

Figura E.7 Añadir grupo de descubrimiento automático, paso 2

- Con el Método de selección de IP puede seleccionar si desea insertar un rango base de IP clase C, una lista individual de IPs, IP y subnet o un rango de IP basado en octetos. Todos estos métodos resultan en un rango de direcciones IP que serán escaneados durante el proceso de descubrimiento automático. Dependiendo de la selección se activarán diferentes campos de selección.
- Recomendamos usar la opción rango base de IP clase C. En el campo IP base introduzca los primeros tres octetos del rango de la IP de su red, por ejemplo 192.168.0 o 10.0.0 o cualquier rango de dirección IP este usando. Si no cambia los valores de los campos IP inicio de rango y fin de rango PRTG automáticamente completara la base de la IP y escaneara todas las direcciones de IP terminando con *.1* a *.254*.
- Si es posible, incluya los datos de acceso para sistemas Windows, Linux, servidores VMWare/XEN y aparatos SNMP. Puede desplegar la configuración de los mismos al eliminar la selección de la casilla al inicio de la línea respectiva.
- Deje los valores ya seleccionados para las demás opciones.
- Haga clic en el botón Continuar.

Inicio de sensores

Ahora, PRTG iniciara el descubrimiento de su red en fondo, añadiendo aparatos y sensores automáticamente. Por el momento puede familiarizarse con la interface web Ajax.



Figura E.8 Descubrimiento automático en progreso

Normalmente la función de descubrimiento automático ya ha detectado la mayoría de los aparatos en su red. También hay sensores el aparato de sonda, los cuales están monitorizando el ordenador en el que está instalado PRTG. En la pantalla de bienvenida seleccione Ver resultados para ver el árbol de aparatos con sus aparatos y sensores

Jerarquía de objetos

Si no desea leer nada más acerca de PRTG, por lo menos tome el tiempo para leer esta sección. Es importante entender como los objetos son ordenados en PRTG para poder cambiar la configuración de su monitorización de manera rápida y fácil.



Figura E.9 Árbol de aparatos de PRTG después de la instalación

Grupo "Root"

El grupo raíz es la instancia sobre ordenada de PRTG. Contiene todos los demás objetos de su configuración. Recomendamos ajustar la configuración del grupo "Root" a su red para poder usar la funcionalidad de herencia integrada a PRTG. Normalmente todos los objetos heredarán la configuración del grupo "Root". Esto facilita la edición de la configuración en el futuro. Simplemente haga clic con el botón derecho para el acceso las opciones de configuración.

Sonda

Cada grupo (excepto el grupo "Root") es parte de una sonda. Esta es la base de la cual funciona la monitorización. Todos los objetos configurados bajo una sonda son monitorizados por esta sonda. Cada instalación núcleo de PRTG automáticamente instala un servicio de sonda local. Si solo desea monitorizar una instalación individual de PRTG no es necesario profundizarse en el tema de sondas. Simplemente añada sus grupos bajo la sonda local.

Puede añadir sondas adicionales (sondas remotas) para poder monitorizar aparatos remotos localizados afuera de su red. En el caso de una instalación de clúster notara una sonda adicional, la sonda de clúster, que opera en cada instancia de su clúster da alta disponibilidad. Aparatos definidos bajo la sonda de clúster son monitorizados por todos los nodos del clúster, permitiendo monitorizar los datos desde varias perspectivas y asegurando la fiabilidad de la monitorización en caso que uno de los nodos falle.

Grupo

Bajo cada sonda se encuentran los grupos, los que tienen funciones meramente estructurales. Use grupos para organizar objetos similares para facilitar la herencia de la configuración de

los mismos. Puede organizar sus aparatos en varios grupos para reflejar la estructura de su red. Aquí puede ver un ejemplo de configuración: un árbol de aparatos con una sonda local, varios grupos, aparatos y sus sensores.

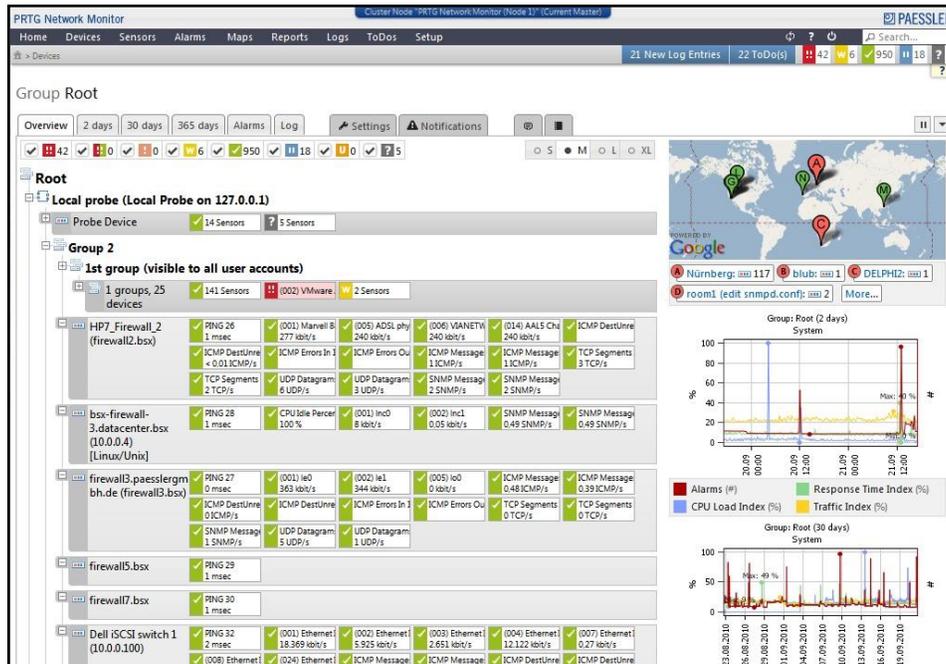


Figura E.10 Vista del árbol de aparatos de PRTG

Sensor

Bajo cada aparato puede generar un número de sensores. Cada sensor monitoriza un aspecto del aparato. Esto puede ser, por ejemplo:

- Un servicio de red, como SMTP, FTP, HTTP, etc.
- El tráfico que fluye por un puerto de un switch de red
- La carga de procesador de un aparato
- El uso de memoria de un aparato
- El tráfico que fluye por una tarjeta de red

ANEXO G. Comparación de Herramientas de Virtualización

Se entiende por plataforma de virtualización a una estructura compuesta por diferentes servicios que gestionan varias tecnologías de virtualización, integrando subsistemas de almacenamiento, máquinas virtuales y redes en un mismo entorno. Actualmente existen muchas plataformas de virtualización disponibles.

Descripción de las plataformas de virtualización más utilizadas

	Proxmox VE	VMWare vSphere	Windows Hyper-V	Citrix XenServer
Código abierto	sí (AGPL, v3)	No	no	Sí
Soporte de Sistema Operativo invitado	Windows y Linux (KVM), otros sistemas operativos funcionan y son compatibles	Windows, Linux, UNIX	Sistema Operativo Windows moderno, el soporte de Linux es limitado	La mayoría del Sistema Operativo Windows, el soporte de Linux es limitado
Contenedores Linux (LXC) (conocido como virtualización de Sistema Operativo)	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	Gratis, Estándar y Enterprise
Alta disponibilidad (HA)	Sí	Sí	Requiere clústeres Microsoft Failover, compatibilidad limitada con el	Sí

			Sistema Operativo invitado	
Instantáneas de VM en vivo: hace una copia de seguridad de una VM en ejecución	Sí	Sí	limitado	Sí
Hipervisor de metal desnudo	Sí	Sí	sí	Sí
Migración en vivo de VM	Sí	Sí	sí	Sí
Max. RAM y CPU por host	160 CPU / 2 TB RAM	160 CPU / 2 TB RAM	64 CPU / 1 TB RAM	5 TB y 288 procesadores lógicos por host

Fuente: <https://www.proxmox.com/en/proxmox-ve/comparison>

Todas estas plataformas poseen gestión de almacenamientos virtuales de distintos tipos, virtualización de redes, configuraciones de clúster de alta disponibilidad, migración de máquinas en vivo, sin embargo, todos estos procesos Proxmox VE los desempeña de manera más eficaz de acuerdo a los administradores que la han utilizado.

Una comparación en línea realizada a través de la página TrustRadius evalúa diferentes entornos (Proxmox VE, VMWare vSphere, Windows Hyper-V, Citrix XenServer, Oracle VM VirtualBox) y los califica según los usuarios y administradores que los han utilizado. Los estándares a calificar son la usabilidad, implementación, escalabilidad, probabilidad de renovar, actuación, fiabilidad y disponibilidad, dándole a Proxmox VE los más altos puntajes y recomendaciones para su uso posterior en diferentes situaciones; dichos puntajes están respaldados con su respectivo informe existente en el mismo sitio web.



Figura F1

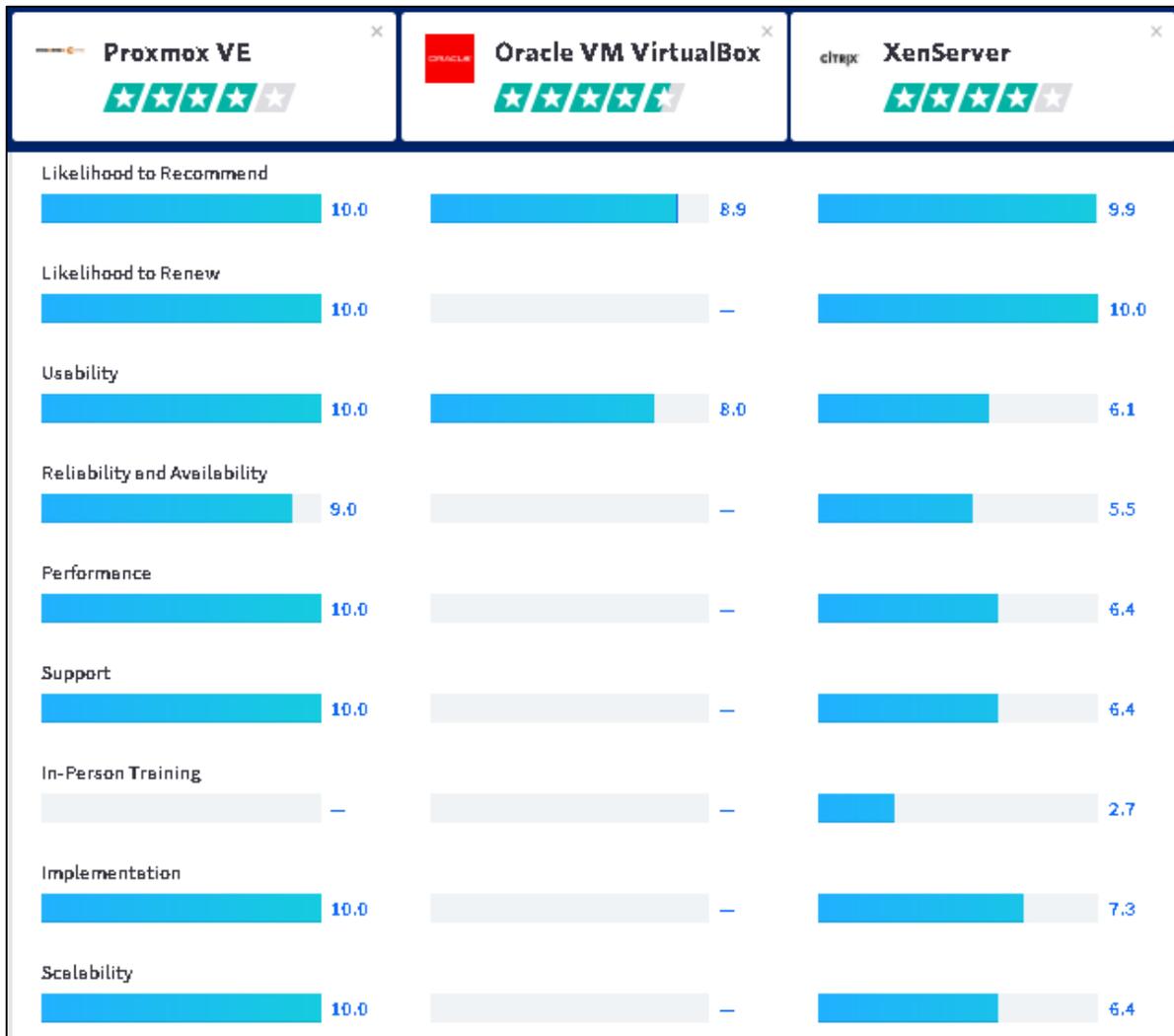


Figura F2

