



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADOR DE BORDE
CON FUNCIONALIDADES DE ROUTING, FIREWALL Y CENTRAL
TELEFÓNICA PARA PYMES

AUTORA

Zaida Elisabet Álvarez Torres

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADOR DE BORDE
CON FUNCIONALIDADES DE ROUTING, FIREWALL Y CENTRAL
TELEFÓNICA PARA PYMES.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniera en Electrónica y Redes de Información.

Profesor Guía

MSc.Ortiz Garcés

Autora

Zaida Elisabet Álvarez Torres

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Diseño e implementación de un sistema integrador de borde con funcionalidades de routing, firewall y central telefónica para pymes, a través de reuniones periódicas con el estudiante Zaida Elisabet Álvarez Torres, en el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Iván Patricio Ortiz Garcés

Magister en Redes de Comunicaciones

CI: 0602356776

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Diseño e implementación de un sistema integrador de borde con funcionalidades de routing, firewall y central telefónica para pymes, de la estudiante Zaida Elisabet Álvarez Torres, en el semestre 201910, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

William Eduardo Villegas Chilibingua

Magister en Redes de Comunicaciones

CI: 1715338263

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Zaida Elisabet Álvarez Torres

CI: 1759124249

AGADRECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindar el conocimiento, a mi padre Teilhard Álvarez, por su constante instrucción, mi madre Zaida Torres y mi hermana Ester, a mi familia por el apoyo en todo momento y a mis seres queridos que estuvieron a lo largo de este camino.

DEDICATORIA

Dedico este logro a quién desde un principio conocía mi destino y dedicación, mi Dios.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como principal objetivo el diseño e implementación de un sistema de borde, que le brinde a las pequeñas y mediana empresas del Ecuador funcionalidades de Routing, firewall y central telefónica, en busca de obtener una solución óptima y de bajo costo.

De esta manera, se realiza una investigación previa de los sistemas unificados existentes en el mercado con funcionalidades similares, sus principales características y costos globales. Seguidamente, se realiza un análisis para detectar las principales necesidades tecnológicas de software y hardware de las empresas pymes, junto con las posibles soluciones que permitan obtener un sistema con los requerimientos técnicos necesarios. Para así finalmente, diseñar la solución idónea adecuada y relacionada con los costos implicados.

La realización el prototipo es implementado bajo los parámetros anteriormente definidos con una interfaz de control intuitivo de sus características. Basado en el dispositivo de Zotac ZBOX CI327, bajo los sistemas de FreePBX y pfSense, cuyo último es controlado mediante la interfaz de la central telefónica al adicionar un módulo de configuración para el mismo. Asimismo, el sistema general cumple con el estimado de presupuesto consultado a las empresas mediante una encuesta.

Los resultados de rendimiento y ejecución son aceptables para un ambiente empresarial pequeño, sin embargo, la escalabilidad y el aumento de funcionalidades para ocasiones específicas requieren de una migración a sistemas más potentes.

ABSTRACT

The present project has as main objective the design and implementation of an integrator system, which provides to the small and medium enterprises of Ecuador Routing, firewall and private branch exchange functionalities, seeking to obtain an optimal and low-cost solution.

In this way, there is a preliminary investigation of the unified systems existing in the market with similar functions, their main characteristics and costs overall or specifically, of official distributors in the Region. Then an analysis is made to detect the main technological needs of software and hardware of the companies, together with the possible solutions that allow to obtain a system with the necessary technical requirements, to finally, to design the right solution and related to the costs involved.

The realization the prototype is implemented under the parameters previously defined with agreeable management interface and easy control of its characteristics. Based on the device of Zotac ZBOX CI327, under the systems of FreePBX and PfSense, whose last is controlled by the interface of the telephone exchange when adding a module of configuration for the same one. In addition, the general system complies with the budget estimate consulted to the companies through a survey.

Performance and execution results are acceptable for a small business environment, however scalability and increased functionality for specific occasions requires migration to a mini computer with more powerful resources.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	3
1.2. Alcance	4
1.3. Objetivo General.....	4
1.4. Objetivos Específicos	4
1.5. Metodología	5
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Empresas PYMES	6
2.2. Seguridad de la red.....	6
2.2.1. Cortafuegos (<i>Firewall</i>)	7
2.2.1.1. Tipos de Cortafuegos.....	8
2.2.2. Tecnologías en las PYMES	10
2.3. Central Telefónica empresarial	11
2.4. Virtualización	12
2.4.1. Virtualización de servidores	13
2.5. Sistema operativo GNU/Linux.....	14
2.5.1. Código abierto	15
2.5.2. Distribuciones	16
3. TECNOLOGÍAS DE GESTIÓN DE RED Y UNIDADES DE SEGURIDAD EXISTENTES EN EL MERCADO.....	18
3.1. Sangoma Technologies Corporation	18
3.2. Issabel, LLC.....	19
3.3. Rubicon Communications, LLC (Netgate).....	21
3.4. Cisco Systems, Inc.	25
3.5. SOPHOS	27
3.6. Análisis de los productos del mercado.....	29

4. DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES TECNOLÓGICAS DE SOFTWARE Y HARDWARE DE LAS PYMES EN ECUADOR.....	30
4.1. Resultados de las encuestas.....	30
4.2. Soluciones de Software	33
4.2.1. Ambiente de Virtualización	34
4.2.1.1. VMware vSphere Hypervisor.....	34
4.2.1.2. Microsoft Hyper-V	36
4.2.1.3. KVM-Linux.....	38
4.2.1.4. Proxmox VE	39
4.2.1.5. Comparación de las soluciones de virtualización.....	41
4.2.2. Software de seguridad.....	42
4.2.2.1. pfSense	42
4.2.2.2. IPFire	44
4.2.2.3. OPNsense.....	45
4.2.2.4. NG Firewall	46
4.2.2.5. Comparación de las soluciones de seguridad.....	48
4.2.3. Software de telefonía IP	49
4.2.3.1. FreePBX.....	49
4.2.3.2. Elastix - Issabel.....	51
4.2.3.3. AsteriskNOW.....	53
4.2.3.4. Comparación de las soluciones de telefonía IP	54
4.3. Necesidades de Hardware para los sistemas escogidos	54
4.4. Soluciones de Hardware.....	55
4.4.1. Raspberry pi 3	55
4.4.1.1. Procesador:.....	56
4.4.1.2. Alimentación:.....	56
4.4.1.3. Precio:.....	57
4.4.2. Zotac Zbox Nano Mini PC.....	57
4.4.2.1. Precio:.....	59
4.4.3. Barebone GigaByte Mini PC.....	59

4.4.3.1. Precio:.....	60
4.4.4. Intel NUC Mini PCs.....	60
4.4.4.1. Precio:.....	61
4.4.5. Comparación de las soluciones de hardware	62
4.5. Diseño de la solución	63
4.5.1. Estimación de costos.....	64
5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA UNIFICADO	
BAJO LOS PARÁMETROS ESTABLEDICOS.....	66
5.1. Instalación de los sistemas	66
5.1.1. Proxmox VE.....	67
5.1.1.1. Diseño de la red.....	68
5.1.2. pfSense	69
5.1.3. FreePBX.....	71
5.1.4. Rendimiento inicial del sistema.....	73
5.1.5. Comparación de rendimiento en diferente hardware.	76
5.1.6. Comparación de rendimiento con respecto a otros sistemas.	77
5.2. Diseño de GUI de administración.....	79
5.2.1. Diseño actual de FreePBX	79
5.2.2. Configuración de pfSense por comandos.....	81
5.2.2.1. Base de datos para pfSense	83
5.2.2.2. Script de actualización desde FreePBX.....	86
5.2.2.3. Diseño de modulo en web GUI de FreePBX.....	86
5.2.3. Diseño final de la GUI de administración.....	90
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
6.1. Conclusiones.....	91
6.2. Recomendaciones	93
REFERENCIAS	95
ANEXOS	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen representativa de un firewall en una red.	8
Figura 2. Alcance de los requisitos de infraestructura de red.....	11
Figura 3. Sistema PBX IP.....	12
Figura 4. Virtualización de servidores.	13
Figura 5. Logotipo de GNU/Linux.....	14
Figura 6. Logotipo de código abierto	15
Figura 7. Logos de distribuciones Linux	17
Figura 8. PBXact 25.	19
Figura 9. ISS Entry UCR.	20
Figura 10. Netgate SG-3100.	22
Figura 11. Netgate SG-1000.	23
Figura 12. Placa base del SG-1000.	24
Figura 13. Funcionalidades de Cisco ASA	26
Figura 14. Cisco ASA 5506-X.....	26
Figura 15. SOPHOS SG 105.....	28
Figura 16. Resultado de número de empleados de la empresa.	30
Figura 17. Resultado de número de empleados remotos.....	31
Figura 18. Resultado de Infraestructura de Red actual en las empresas.	31
Figura 19. Resultado sobre el conocimiento del uso óptimo del ancho de banda.	32
Figura 20. Respuesta a las necesidades tecnológicas requeridas.....	32
Figura 21. Respuesta al presupuesto de inversión inicial existente.	33
Figura 22. Logotipo de vSphere	34
Figura 23. Logotipo de Hyper-V.	36
Figura 24. Logotipo de KVM.....	38
Figura 25. Logotipo de Proxmox	39
Figura 26. Interfaz de Usuario de OPNsense.....	45
Figura 27. FreePBX GUI.	50
Figura 28. Elastix GUI.	52
Figura 29. Issabel GUI.	53

Figura 30. AsteriskNOW GUI.	54
Figura 31. Raspberry Pi 3 Model B+	55
Figura 32. ZBOX-CI327NANO.	58
Figura 33. GB-BRi3H-8130.	59
Figura 34. Intel® NUC Kit NUC7i5BNH.....	60
Figura 35. Intel® NUC Kit NUC8i7HMK.....	62
Figura 36. Diseño de virtualización y red.	64
Figura 37. Habilitar la tecnología de virtualización de Intel	66
Figura 38. Habilitar VT-d en la BIOS.	66
Figura 39. Partición del disco.	67
Figura 40. Buenas prácticas de configuración de Proxmox: Creación de backup.....	68
Figura 41. Panel de configuración de hardware de la VM de pfSense.....	68
Figura 42. Diseño de la red virtualizada en Proxmox VE.	69
Figura 43. Interfaces configuradas en pfSense.	70
Figura 44. Servicios configurados en pfSense.	70
Figura 45. Reglas de Firewall para la red de Datos.	71
Figura 46. Máquina virtual de FreePBX.	72
Figura 47. Interfaz de autenticación inicial de FreePBX.....	72
Figura 48. Interfaz inicial de FreePBX.....	73
Figura 49. Configuración de algunas extensiones en FreePBX.	73
Figura 50. Rendimiento base del sistema pfSense.	73
Figura 51. Rendimiento base del sistema FreePBX.....	74
Figura 52. Análisis de rendimiento base global del sistema.	74
Figura 53. Resultados base de rendimiento del ZBOX.	75
Figura 54. Servidor de prueba.....	76
Figura 55. Rendimiento de servidor pfSense bajo un sistema potente.	76
Figura 56. Redimiendo de FreePBX en un hardware más potente.	77
Figura 57. Servidor IPFire.	77
Figura 58. Servicios habilitados en IPFire.	78
Figura 59. Rendimiento del sistema IPFire	78
Figura 60. Máquina Virtual de Issabel.	78

Figura 61. Rendimiento del sistema Issabel.....	79
Figura 62. Funcionamiento de FreePBX.	80
Figura 63. Diseño de comunicación con pfSense bajo el concepto de FreePBX.....	81
Figura 64. PHP Shell y pfSense Tools para modificaciones.	81
Figura 65. Aplicando cambios mediante shell de pfSense.	82
Figura 66. Cambio de hostname aplicado.	82
Figura 67. phpMyAdmin de FreePBX.....	83
Figura 68. Obtención de los parámetros configurables por pfSense php shell. 83	
Figura 69. Parámetros configurables de las interfaces de pfSense.	84
Figura 70. Estructura de una tabla en Asterisk.....	84
Figura 71. Script de actualización de parámetros de configuración básicos de pfSense.	86
Figura 72. Conexión SFTP al servidor FreePBX. Directorio de los archivos de la GUI web.....	87
Figura 73. Directorio del módulo de pfSense.	87
Figura 74. Archivo XML de creación del módulo de pfSense	88
Figura 75. Configuración inicial y de carga de la página settings.....	88
Figura 76. Datos de la tabla pfSense_system.....	89
Figura 77. Resultado de la carga automática de los elementos de la pestaña Settings.	89
Figura 78. Interfaz final de administración integrada.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre las soluciones de PBX encontradas en el mercado.	29
Tabla 2. Comparación entre las soluciones de seguridad encontradas en el mercado.	29
Tabla 3. Precios de Licenciamiento y soporte de vSphere.....	36
Tabla 4. Precios de Licenciamiento de Hyper-V.....	38
Tabla 5. Comparación de requerimientos de hardware de las soluciones de virtualización.....	41
Tabla 6. Comparación de las características de las soluciones de virtualización.....	42
Tabla 7. Comparación de requerimientos de hardware de las soluciones de seguridad.....	48
Tabla 8. Comparación de características de las soluciones de seguridad.	49
Tabla 9. Requerimientos de hardware de FreePBX para alta disponibilidad. ..	51
Tabla 10. Calculo de los requerimientos de hardware necesarios.	54
Tabla 11. Especificaciones Generales	55
Tabla 12. Comparación de las soluciones de hardware.....	62
Tabla 13. Estimación de costos de la solución.....	65
Tabla 14. Segmentación de la red planteada.	69
Tabla 15. Descripción de las funcionalidades de las columnas de las tablas en la base de Asterisk	85

1. INTRODUCCIÓN

A través de los años, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) han demostrado que pueden generar un gran impacto sobre el desarrollo económico de un país, no solo brindando un gran apoyo en la generación de empleo, sino ayudando al equilibrio económico de una sociedad (Van Auken, P. y Howard, E., 1993)

En Ecuador, para el año 2016, fueron registradas 843.745 empresas, con un porcentaje del 90,5% en la categoría de microempresas y un 7,5% en la categoría de pequeñas empresas, con un mayor número de ventas en la provincia de Pichincha. (INEC, 2017)

Por otra parte, según la reciente encuesta “Visión Pymes 2018” de Brother International Corporation, entre 801 ejecutivos en Costa Rica, Colombia, Panamá y Ecuador, el 88% han demostrado un gran optimismo con respecto a una mejora de la economía en los diferentes países y así una posibilidad para una mejora significativa de sus negocios, mientras el 73% admite invertir en nueva tecnología para este mismo año, enfocadas en la adquisición de nuevos equipos. (El Telégrafo, 2018)

No obstante, en el último censo realizado se tiene que solo el 67,7% de las empresas del Ecuador son las únicas que realizan inversión en las tecnologías de información y comunicación, mientras que el resto no crea inversión alguna (INEC, 2015). La mayoría de estos casos se encuentran basados por la falta de conocimiento de uso o aplicaciones de estas, o directamente enlazados con los altos costos del mercado, mantenimiento y renovación (Ávila, Aguilera y Solano, 2017).

Cuando hablamos de pequeñas y medianas empresas, encontramos entre los principales requerimientos a la conectividad eficiente y segura en el espacio de trabajo. Se cree totalmente óptimo, aprovechar las ventajas de la

implementación de una red local que incremente la productividad de los procesos en un ambiente laboral (Santos, 2014)

Y es así, como dependiendo del enfoque de la empresa, se debe tomar en consideración implementar redes con los principales equipos básicos como conmutadores (Switches), enrutadores (Routers) y puntos de acceso, mientras se considera profundizar en servicios de firewall, telefonía IP y VPN (Virtual Private Network) (Méndez, 2017).

Cisco Systems es una de las principales empresas a nivel mundial dedicada a la producción y distribución de tecnologías para comunicaciones, quien entre uno de sus productos presenta un pequeño Router inalámbrico con funcionalidades de firewall VPN. El equipo Cisco RV110W combina conectividad por cable e inalámbrica para pequeñas oficinas y trabajadores remotos (Cisco, 2012)

Sin embargo, este producto no brinda las características necesarias para una central telefónica en la empresa. Por otra parte, la marca ZyXEL ofrece al mercado un producto similar con las mismas características de Firewall, y funcionalidades de Router de borde y servicios VPN, pero a un costo más elevado (ZyXEL, 2015).

Asimismo, diferentes compañías que trabajan con soluciones Open Source han desarrollado diferentes productos, como la empresa inglesa Sophos con sus sistemas Essential Firewall Edition, siendo esta una versión gratuita del software Sophos UTM que ofrece funciones de seguridad fundamentales para ayudar a proteger cualquier red comercial (Sophos, s.f.).

Por otro lado, Sangoma Technologies brinda soluciones de comunicaciones unificadas para PYMES, cuyo producto más reciente es el sistema telefónico PBXact Business, el cual es una IP-PBX con todas las funciones básicas de telefonía y diseñada con características de comunicación unificadas para

organizaciones que necesitan movilidad, productividad y capacidades de colaboración. (Sangoma Technologies, s.f.).

Sin embargo, no existe un dispositivo comercial en la actualidad que integre las funciones de routing, firewall y central telefónica IP.

1.1. Justificación

La aplicación de las nuevas tecnologías en las diferentes empresas aumenta la productividad y el trabajo eficiente en los distintos entornos. Las empresas Pymes representan un gran porcentaje de las actividades económicas generadas por todo el territorio ecuatoriano. Sin embargo, la implementación de las tecnologías de información y comunicación, y el buen manejo de éstas, es una carencia en la mayoría de ellas, ya sea por su alto costo del mercado o el desconocimiento de sus beneficios.

Este proyecto busca brindar una solución a pequeñas y medianas empresas en crecimiento, para el buen uso de los recursos tecnológicos en su ambiente de trabajo, optimizando los diferentes servicios existentes, como impresoras, escáner y control de asistencia, y aumentando la usabilidad todas las características de comunicación que una central telefónica puede brindar.

De igual manera, los protocolos de seguridad implementados por un firewall podrán brindarles a los usuarios la garantía de un entorno de trabajo protegido contra cualquier ataque externo, e incluso brindar conectividad a empleados remotos.

1.2. Alcance

El alcance de este trabajo de titulación se encuentra en diseñar e implementar un prototipo (hardware y software) que cumpla las funciones de enrutamiento que normalmente posee un equipo Router, los parámetros de seguridad al implementar un Firewall y las características de una central telefónica IP, integrados en una sola unidad para un ambiente empresarial.

De igual manera, se desarrollará un interfaz web de control para manejar cada uno de los parámetros que la red solicite, e integrando la configuración de los diferentes componentes inicialmente independientes entre sí, investigando e interrelacionando los servicios de funcionamiento.

Por otra parte, el hardware a escoger debe cumplir con las necesidades del ambiente laboral, brindándole no solo conectividad de los usuarios, sino la habilidad de obtenerlo en dimensiones adecuadas para su ubicación y costos asequibles para la empresa. De esta manera, para el cumplimiento del objetivo se realizarán pruebas de funcionamiento y aplicaciones en distintos entornos empresariales, realizando así las correcciones y modificaciones necesarias según lo requiera.

1.3. Objetivo General

Diseñar una solución que permita la administración de enrutamiento, seguridad de la red y central telefónica aplicado a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en Ecuador.

1.4. Objetivos Específicos

- Investigar las tecnologías de gestión de red y unidades de seguridad existentes en el mercado.
- Definir las necesidades tecnológicas de software y hardware de las pymes en Ecuador.

- Implementar un sistema unificado a bajo costo, bajo los parámetros establecidos para las pymes, dedicado al manejo y control de las características del área de tecnología.

1.5. Metodología

En el presente proyecto se utilizan tres métodos, debido a que se enfoca en el diseño de una unidad integradora medida en base a la facilidad de uso e implementación (**Método Experimental**), junto con los requerimientos de hardware y software y las características necesarias previamente investigadas y evaluadas de las áreas de tecnología en las pequeñas y medianas empresas del Ecuador (**Método Exploratorio**).

Se investigará las funcionalidades y servicios brindados por los sistemas actuales, para posteriormente desarrollar un sistema unificado basado en LINUX controlado mediante HTML/PHP/JAVASCRIPT con las principales configuraciones de los servicios de seguridad, enrutamiento y telefonía sobre IP, partiendo de cada una de las características de manera individual hasta llegar a la configuración de forma integrada (**Método Inductivo**).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Empresas PYMES

La palabra PYMES viene de la abreviación de Pequeñas Y Medianas Empresas, cuyo conjunto se mide de acuerdo con el número de trabajadores, volumen de ventas, producción y experiencia en el mercado. (Grupo Enroke, 2015)

El grupo Enroke que brinda servicios de planificación estratégica para las empresas en Ecuador, ha definido dos fortalezas importantes que han impacto sobre la economía del país. Siendo el 90% de las unidades productivas y el 60% de las empresas generadoras de empleo, contribuyen en el 100% de los servicios ecuatorianos que se usan con regularidad.

Asimismo, las pequeñas y medianas empresas tienen la capacidad de generar una adaptación de manera más rápida y eficiente a los cambios de la economía. Sin embargo, según los estudios del mismo grupo, se ha definido que su principal debilidad se debe a la falta de conocimiento en ámbito empresarial, falta de capital y de tecnología para procesos productivos, no permitiendo tener una liquidez de crecimiento, para lograr ser competencia de grandes empresas multinacionales.

2.2. Seguridad de la red

La seguridad de la red se ha convertido en un sistema integral de toda red informática, incluyendo protocolos, tecnologías, técnicas, herramientas o dispositivos que se encargan de asegurar los datos y previniendo cualquier tipo de amenaza, y minimizando el efecto de un ataque. (Cisco, ¿Qué es la seguridad de la red?, s.f.)

De igual manera, se conoce como amenaza, a la posible violación de la seguridad del sistema mediante la explotación de una vulnerabilidad existe. Mientras que, el ataque es el acto que sobrepasa los servicios de seguridad mediante un método o técnica. (Stallings, 2004)

Las posibles vulnerabilidades de los sistemas y los ataques realizados a través de la historia, es lo que ha provocado la creación de grandes organizaciones de seguridad de redes encargadas de establecer normas e incentivar a la colaboración. Sin embargo, en un ambiente tan extenso, se han desarrollado diferentes dominios que subdividen las áreas de la seguridad, de una manera más flexible. (Cisco, CNNA Security, s.f.)

De esta manera, se pueden considerar las siguientes divisiones:

- Control de Acceso
- Software antivirus y antimalware
- Seguridad de la aplicación
- Analítica de comportamiento
- Prevención de pérdida de datos
- Seguridad del correo
- Cortafuegos
- Sistema de prevención de intrusiones
- Seguridad del dispositivo móvil
- Segmentación de la red
- Información de seguridad y gestión de eventos
- Red Privada Virtual (VPN)
- Seguridad web
- Seguridad inalámbrica

2.2.1. Cortafuegos (*Firewall*)

Siendo una de las primeras herramientas de defensa con respecto a la seguridad de redes desde hace más de 25 años, los firewall son dispositivos de seguridad de red que monitorean el tráfico tanto de entrada como de salida, permitiendo o denegando ciertos paquetes en específico. Su principal función es establecer una barrera entre las diferentes áreas de la red que pueden o no ser posibles amenazas. En la actualidad estas funcionalidades pueden ser encontradas como

hardware, software o la integración de ambos. (Cisco, What Is a Firewall?, s.f.) La Figura 1, muestra como la funcionalidad del Firewall se basa se separar mediante barreras, el tráfico de una red privada a una red pública.

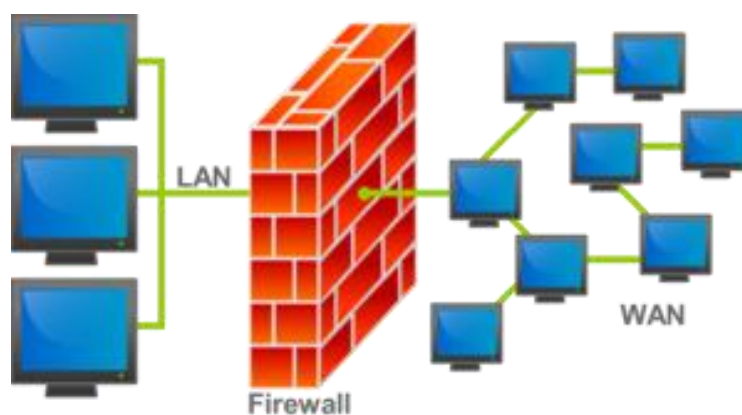


Figura 1. Imagen representativa de un firewall en una red.

Tomado de (Cisco, s.f.)

2.2.1.1. Tipos de Cortafuegos

Según la compañía Black Box Network Services (Black Box Network Services, 2004), uno de los proveedores más grandes del mundo de comunicaciones de voz, infraestructura de datos y productos de red, define en su página web las siguientes categorías de firewall:

- Filtrado de paquetes

Los firewalls que utilizan la capa de red para tomar decisiones basadas en las direcciones IP de origen y de destino, de manera tal de clasificar simplemente la salida y entrada a través del dispositivo.

El filtrado de paquetes funciona bien para las redes pequeñas, pero no se recomienda utilizar para el filtrado basado en contenido y, por ejemplo, no puede

quitar archivos adjuntos de correo electrónico. Este tipo de firewall tiene poca o ninguna capacidad de registro, por lo que es difícil determinar si ha sido atacado.

- Proxy

Los firewalls de capa de aplicación o proxy son más sofisticados y se ocupan de examinar el tráfico de red pasando todos los paquetes a través de una aplicación separada "proxy" que examina los datos a un nivel de aplicación. De esta manera, no permite que la conexión se realice directamente entre los usuarios y la red de internet, sin embargo, este proceso se realiza transparentemente para el usuario.

Asimismo, este sistema permite establecer un cortafuegos para aceptar o rechazar paquetes basados en direcciones, información de puerto e información de aplicaciones. Los cortafuegos proxy generalmente guardan registros muy detallados. Sin embargo, son un sistema mucho más lento debido al procesamiento que requiere.

- Inspección estática (*Stateful inspection*)

Este tipo de firewall funciona de manera similar que el primero descrito, ya que realiza una inspección de paquetes a nivel de capa de red, sin embargo, éste recolecta la información necesaria para analizar los datos y asegurar que las solicitudes de conexión se realizan en la secuencia correcta.

De esta manera se puede generar un seguimiento de cada sesión de comunicación desde que son generadas y establecer reglas basadas en direcciones de protocolo, puerto y origen y destino. Y es así como, al mantener todos los datos de sesión, el cortafuegos puede comprobar rápidamente que los nuevos paquetes entrantes cumplen los criterios para el tráfico autorizado. Los paquetes que no forman parte de una sesión autorizada se rechazan.

- Híbridos

Como lo indica su nombre, este tipo de cortafuego es la combinación de la inspección basada en paquetes, proxy y la inspección con estado.

2.2.2. Tecnologías en las PYMES

La tecnología puede ayudar a los propietarios de pequeñas empresas a aprovechar un capital limitado de manera más inteligente y efectiva. El aumento de la eficiencia y la versatilidad se convierte en una ventaja para los procesos de negocio cuando son implementados de manera correcta (Cisco, 2017).

Cyber Essentials es un esquema brindado con el apoyo de Reino Unido, que busca la protección de las organizaciones en contra ataques cibernéticos. En su manual de los requisitos de TIC para las empresas, define los siguientes conceptos como principales elementos existentes dentro de una infraestructura de red (National Cyber Security Centre, 2017):

- El software que incluye sistemas operativos, aplicaciones comerciales, complementos, intérpretes, scripts, bibliotecas, software de red y firmware.
- Los dispositivos incluyen todo tipo de hosts, equipos de red, servidores, redes y equipos de usuarios finales, como computadoras de escritorio, computadoras portátiles, tabletas y teléfonos móviles (teléfonos inteligentes), ya sean físicos o virtuales.
- Además de los dispositivos móviles o remotos que son propiedad de la organización como los pertenecientes al concepto de BYOD, *Bring your own device*.

La Figura 2, muestra cuales son las principales limitantes con respecto al alcance que deben definirse claramente en términos de la unidad de negocios que lo administra, el límite de la red y la ubicación física.

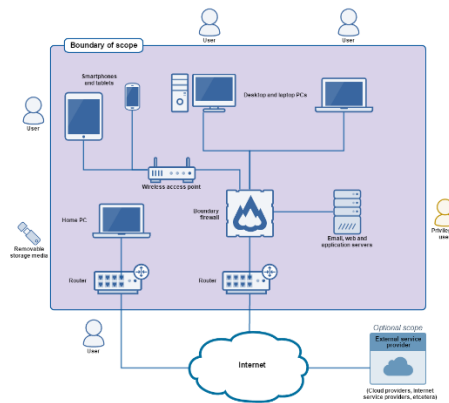


Figura 2. Alcance de los requisitos de infraestructura de red.

Tomado de (National Cyber Security Centre, 2017)

Asimismo, se resalta a la seguridad en un ambiente empresarial en cinco ejes o temas técnicos esenciales: cortafuegos, configuración segura, control de acceso de usuario, protección de malware, manejo de parches.

2.3. Central Telefónica empresarial

Existen recursos dentro de un ambiente empresarial mediante la implementación de diferentes tecnologías en la red permiten aumentar la productividad y eficiencia de los procesos de negocio. Por lo tanto, uno de los recursos compartidos en la red es la telefonía, en este caso, mediante IP.

Conocido por sus siglas en inglés PBX (*Private Branch Exchange*) es definido por la compañía 3CX como una red telefónica privada utilizada dentro de una empresa. Siendo actualmente la PBX IP totalmente basada bajo estándares abiertos que permiten que las llamadas telefónicas viajen a través del protocolo de internet.

De igual manera un sistema PBX tradicional se encontraba limitado por las troncales telefónicas y el número máximo de dispositivos internos, mientras que PBX IP permite un crecimiento ilimitado e introduce funciones complejas como grupos de marcación, colas, recepcionista digital, buzón de voz y reportes. (3CX, s.f.) La Figura 3, detalla de manera gráfica los recursos que se comparten mediante un sistema PBX.

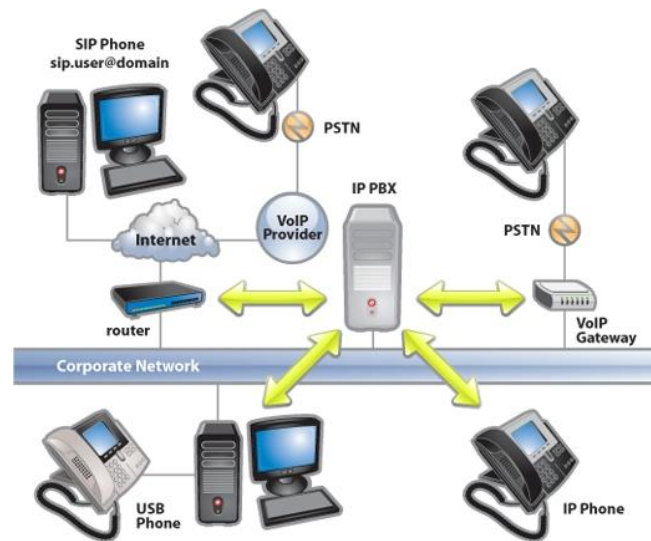


Figura 3. Sistema PBX IP.

Tomado de (3XC, s.f.)

Asimismo, un PBX está conectado al sistema telefónico público y automáticamente enruta las llamadas entrantes a extensiones específicas, comparte y gestiona múltiples líneas, y específicamente en el área de pequeñas empresas, incluye líneas telefónicas externas e internas; un servidor informático que gestiona el cambio y enrutamiento de llamadas; y una consola de control manual. (Cisco, s.f.)

2.4. Virtualización

La virtualización es el proceso de creación de una representación basada en software, o virtual, de algo, como aplicaciones virtuales, servidores,

almacenamiento de información y redes. Es la manera más eficaz de reducir los gastos de TIC, al mismo tiempo que aumenta la eficiencia y la agilidad para todas las empresas sin importar su tamaño. (VMware, Inc., 2014)

Lo que la virtualización trajo a esos centros de datos, tan llenos de servidores y algunos de ellos subutilizados, fue la capacidad de condensar múltiples servidores físicos en un servidor que ejecuta muchas máquinas virtuales, permitiendo que ese servidor físico ofrezca una tasa de utilización mucho mayor. Esta condensación de servidores se denomina consolidación, como se ilustra en la Figura 4.

Una medida de consolidación se denomina índice de consolidación y se calcula contando el número de máquinas virtuales en un servidor.

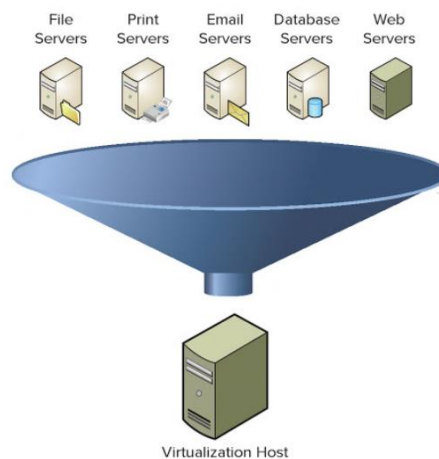


Figura 4. Virtualización de servidores.

Tomado de (VMware, Inc., 2014)

2.4.1. Virtualización de servidores

La virtualización de servidores permite que varios sistemas operativos se ejecuten en un solo servidor físico como máquinas virtuales altamente eficientes. (VMware, Inc., 2014)

Los beneficios clave incluyen:

- Mayores eficiencias de ti
- Costes operativos reducidos
- Despliegue de carga de trabajo más rápido
- Mayor performance de las aplicaciones
- Mayor disponibilidad del servidor
- Eliminación de la dispersión y la complejidad del servidor

2.5. Sistema operativo GNU/Linux

Un sistema operativo se conceptualiza como un conjunto de programas que pueden interactuar entre sí y controlar cada instrucción recibida por el usuario para así manejar los recursos necesarios de cada operación. El sistema GNU/Linux (Figura 5), es considerado un sistema operativo, donde Linux es el núcleo.

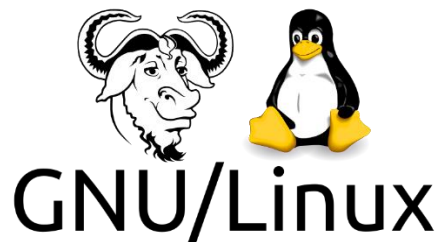


Figura 5. Logotipo de GNU/Linux

Tomado de (Debian, s.f.)

Siendo Linux un sistema multiproceso y multiusuario, su principal diferenciador consiste en ser un sistema de software libre, con las características de ser modificado de diferentes maneras adaptándose a las necesidades de cada usuario. Cada sistema es configurado con o sin ciertos ficheros del sistema, eligiendo así los programas deseados para cada ocasión.

De igual manera, tiene mejor capacidad para ejecutar al mismo tiempo múltiples programas y es considerado un sistema operativo mucho más seguro que la mayoría, llegando a alcanzar diferentes ámbitos del mercado, como entre ellos servidores empresariales. (Debian, s.f.)

2.5.1. Código abierto

De esta manera, de acuerdo con el concepto de Red Hat, Inc., un sistema de código abierto se refiere a que su código fuente puede ser sometido a algún cambio, actualización, mejora o simplemente una inspección ya que su diseño es accesible de manera pública.

Actualmente, los proyectos, productos o iniciativas de código abierto, incluyen a una comunidad abierta al intercambio y participación colaborativa, que agiliza el desarrollo de manera transparente orientado a la comunidad. De esta manera, la comunidad tiene un logo que lo representa, que se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Logotipo de código abierto

Tomado de (Red Hat, Inc., s.f.)

Asimismo, el código fuente es la parte del sistema informático que los programadores pueden manipular para cambiar su funcionamiento y de un programa o aplicación. A un software se le pueden realizar mejoras agregando características o arreglando piezas que en un principio tenían un mal funcionamiento. De esta manera, aplicaciones de software desarrollados bajo licencias de código abierto, otorgan permiso al usuario al código fuente bajo cualquier propósito.

Además, algunas licencias de código abierto estipulan que cualquier persona que altere y comparta un programa, debe también compartir el código fuente del programa sin cobrar una cuota de licencia por ello. Y es así como nacen las diferentes distribuciones de Linux. (Red Hat, s.f.)

2.5.2. Distribuciones

Los diferentes cambios que se han generado sobre el sistema inicial han llevado a la creación de distintas distribuciones, que son diferenciadas por los objetivos específicos de cada una de ellas. Algunas de ellas tienen un objetivo comercial, para servidores o equipos de escritorio, incluso con propósitos generales para cualquier tipo de usuario. Entre los principales sistemas reconocidos tenemos:

- **Red Hat Enterprise Linux:** Desarrollada como distribución comercial basada en Fedora, enfocada al 100% a nivel empresarial bajo la empresa de Red Hat, quienes crean, mantienen y contribuyen a muchos proyectos de software libre. (Red Hat, s.f.)
- **Ubuntu:** Como software gratuito, Ubuntu nace con la misión de brindarle a la sociedad un sistema con un escritorio Linux de fácil uso, con actualizaciones cada 6 meses. De igual manera, Ubuntu posee una versión comercial que ofrece acceso a soporte, consultoría, herramientas de administración y mantenimiento. (Canonical Ltd, s.f.)
- **Debian:** El proyecto Debian nace con la idea de buscar un sistema operativo totalmente libre cuyo núcleo proviene de Linux o FreeBSD. Sin embargo, se busca ofrecer Debian bajo el núcleo de Hurd producido por el proyecto GNU. (Software in the Public Interest, Inc., 2018)
- **Arch Linux:** Es una distribución GNU / Linux de propósito general x86-64 desarrollada de forma independiente que se esfuerza por proporcionar las últimas versiones estables de la mayoría del software siguiendo un modelo de lanzamiento continuo. La instalación predeterminada es un

sistema base mínimo, configurado por el usuario para agregar solo lo que se requiere a propósito. (Vinet & Griffin, 2017)

- **Fedora:** Fedora crea una plataforma innovadora para hardware, nubes y contenedores que permite a los desarrolladores de software y miembros de la comunidad crear soluciones personalizadas para sus usuarios. Producto patrocinado por Red Hat. (Red Hat, Inc, 2017)
- **Kali Linux:** Kali Linux es un proyecto de código abierto que es mantenido y financiado por Offensive Security, un proveedor de capacitación de seguridad de la información de clase mundial y servicios de pruebas de penetración. (About the Kali Linux Distribution, 2016)

La Figura 7 muestra los logos respectivos de las mismas.



Figura 7. Logos de distribuciones Linux

Tomado de (Varios)

3. TECNOLOGÍAS DE GESTIÓN DE RED Y UNIDADES DE SEGURIDAD EXISTENTES EN EL MERCADO.

En busca de obtener una referencia con los diferentes productos existentes en mercado y sus principales características de los servicios brindados se procede a investigar algunos productos enfocadas brindar seguridad o telefonía mediante IP a pequeñas y medianas empresas.

3.1. Sangoma Technologies Corporation

Sangoma Technologies fue fundada 1984 y se ha convertido en líder del mercado con respecto a las soluciones que ofrece para comunicaciones unificadas basas en valores (UC) y UC como un servicio.

Todos los productos Sangoma están respaldados por más de 30 años de experiencia en comunicaciones IP, ingeniería experta y recursos técnicos, y una completa garantía de 1 año. Asimismo, la compañía Sangoma es actualmente el principal desarrollador y patrocinador del proyecto Asterisk (software de telefonía IP de código abierto) junto con el proyecto FreePBX, apoyando con productos para las empresas de todos los tamaños. (Sangoma, About Sangoma Technologies Corporation, 2018)

Es así, como entre una de las soluciones que brinda la corporación se encuentra el sistema de telefonía de negocios PBXact, IP-PBX completamente equipado diseñado con características de comunicación unificadas para las organizaciones que necesitan movilidad, productividad y capacidades de colaboración.

El sistema de telefonía de negocios PBXact viene con un amplio conjunto de funciones de comunicaciones unificadas incorporadas, CRM integrado, End-Point-Manager y VPN incorporado para usuarios remotos.

PBXact es un sistema telefónico de negocios escalable y flexible con productos desde 10 a 1000 usuarios, con precios variados desde \$450.00 a \$512.30. La solución más simple es el PBXact 25. Dispositivo pequeño enfocado a pequeñas empresas con capacidad de integrar teléfonos IP y Trunks VoIP, admitiendo 25 usuarios y 15 llamadas simultáneas. (Sangoma, PBXact 25, Ideal for Small Businesses, 2017)



Figura 8. PBXact 25.

Tomado de (Sangoma, 2017)

Las especificaciones de Hardware son:

- 4x Puertos Gigabit Ethernet
- 1x Puerto VGA
- 3x Puertos USB
- 1x consola serie (RJ45)
- 127 x 127 x 50mm

3.2. Issabel, LLC.

Issabel es un software gratuito de código abierto que unifica sus comunicaciones en una sola plataforma, se basa en Asterisk e integra PBX, tareas de correo y colaboración, también integra un servidor de base de datos. (Issabel, 2017).

La Serie UCR ISS Entry, creada como producto de Issabel, LLC en su área comercial, la cual admite hasta 110 extensiones y 60 llamadas simultáneas (con la función de grabación habilitada). Cuyos modelos pueden variar hasta un

máximo de tres puertos Gigabit Ethernet y dos interfaces USB en el panel posterior, siendo uno de los productos del mercado IPPBX más compacto. (Issabel, LLC, s.f.)



Figura 9. ISS Entry UCR.

Tomado de (Issabel, LLC, s.f.)

Especificaciones de hardware:

- CPU: 2 Core Intel Celeron Dual Core N2807 1.58GHz
- 2GB DDR3L hasta 4GB DDR3L
- 16GB mSATA SSD
- 3 canales Ethernet (velocidad 10/100 /1000Mbps)
- 1x puerto VGA
- 2x puerto USB
- 5.6x18.1x16.3 cm

Asimismo, los productos de son principalmente distribuidos mediante la tienda virtual de telefonía IP www.experienciasip.com a un precio inicial de \$656.00.

3.3. Rubicon Communications, LLC (Netgate)

El software pfSense es una distribución personalizada y gratuita de FreeBSD diseñada específicamente para su uso como firewall y Router que se gestiona completamente a través de la interfaz Web. Además de ser una potente plataforma de enrutamiento y cortafuegos flexible.

Desde 2012, la compañía ha sido anfitrión del proyecto pfSense, desarrollando mejoras tanto del software como soluciones de hardware adaptadas a ellas, obteniendo productos de diferentes gamas disponibles en el mercado sin la necesidad de pagar por servicios adicionales para su uso. (Rubicon Communications, LLC (Netgate), s.f.)

Las principales características brindadas como software de seguridad son:

- Firewall de filtrado de paquetes stateful o router puro
- Directiva de enrutamiento por puerta de enlace y por regla para múltiples WAN, failover, balanceo de carga
- Cortafuegos de capa 2 transparente
- Soporte para IPV6, NAT, BGP
- Portal cautivo con el filtro del MAC, ayuda del radio, etc
- VPN: IPsec, OpenVPN, PPTP
- Cliente DNS dinámico
- Funciones de servidor y relé DHCP
- PPPoE servidor
- Funciones de informes y monitoreo con información en tiempo real

Entre los productos que ofrece se encuentra el dispositivo SG-3100 “pfSense Security Gateway” diseñado para brindar funcionalidades como como firewall, router LAN o WAN, dispositivo VPN, servidor DHCP, servidor DNS y IDS/IPS, entre otros paquetes adicionales.

De esta manera, este producto se ha convertido en una solución para redes en pequeñas y medianas empresas, sucursales de tamaño pequeño a mediano, o incluso para ser implementado en hogares. (Rubicon Communications, LLC, s.f.)

Asimismo, esta solución puede ser comprada desde la plataforma web de Netgate a un costo de \$394.00, o directamente con distribuidores ubicados en Quito, Ecuador a un precio de \$650.00.

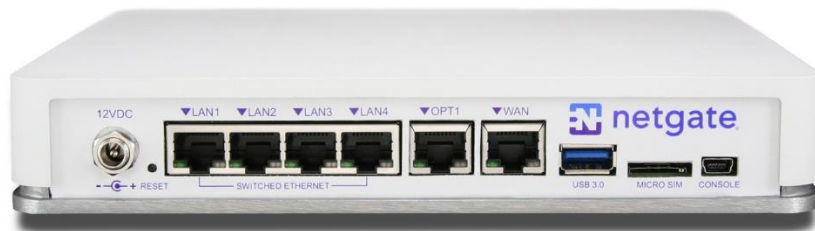


Figura 10. Netgate SG-3100.

Tomado de (Rubicon Communications, LLC, s.f.)

Especificaciones de Hardware

- CPU: ARM v7 Cortex-A9 @ 1.6 GHz with NEON SIMD and FPU. Dual Core.
- 2x Puerto Gigabit Ethernet (WAN y LAN).
- 4x Puerto Marvell 88E6141 switch.
- Memoria: 2GB DDR4L
- Storage: 8GB eMMC Flash en la placa.
- Puerto de consola MiniUSB.
- 1x 3.0 puerto USB.
- 2x M.2 'B' key sockets (SSD, LTE)
- 1x M.2 'E' key socket (2230 form factor) for WiFi / Bluetooth
- 1x miniPCIe (WiFi)
- microSIM

- mikroBUS socket, for community hacking and OEM expansion opportunities
- 39.6 x 177.8 x 203.2 milímetros
- AC/DC 100-240V, 50-60 Hz, 12V 3.33^a.
- Temperatura de funcionamiento: 0°C a 65°C.

Por otra parte, otro producto relevante de esta marca es el SG-1000 microfirewall, dispositivo de Gateway de seguridad basado en pfSense. Dispositivo totalmente enfocado para funcionar en ambientes de PYMES, Soho (Small Office Home Office), pequeñas redes, sucursal pequeña o empleados alejados.

Asimismo, fue desarrollado como una pasarela de seguridad para las aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). Su bajo costo y pequeño tamaño, le permite ser amigable con el ambiente y adquirido a un precio de \$149.00 en Estados Unidos o directamente con un proveedor en Ecuador a \$350.00. (Rubicon Communications, LLC , s.f.)

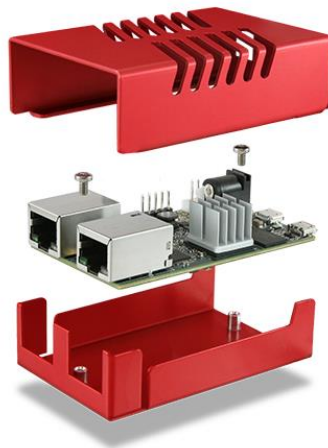


Figura 11. Netgate SG-1000.

Tomado de (Rubicon Communications, LLC, s.f.)

Con respecto a las principales especificaciones de hardware, este pequeño dispositivo tiene:

- CPU: ti ARM Cortex-A8 AM3352 CPU a 600 MHz, incluyendo el acelerador criptográfico
- Storage: 4GB EMMC
- Memoria: 512MB DDR3
- 2x Puerto Gigabit Ethernet.
- 2x Puerto 2,0 USB.
- Consola UART sobre micro-USB B
- Ranura microSD
- Conector de la extensión: GPIO, I2C, UART, análogo adentro
- 78 x 51 x 24 milímetros
- 5 Vcc @ 3A, 2,1 mm centro PIN positivo barril conector
- Temperatura de funcionamiento: 0°C a 50°C

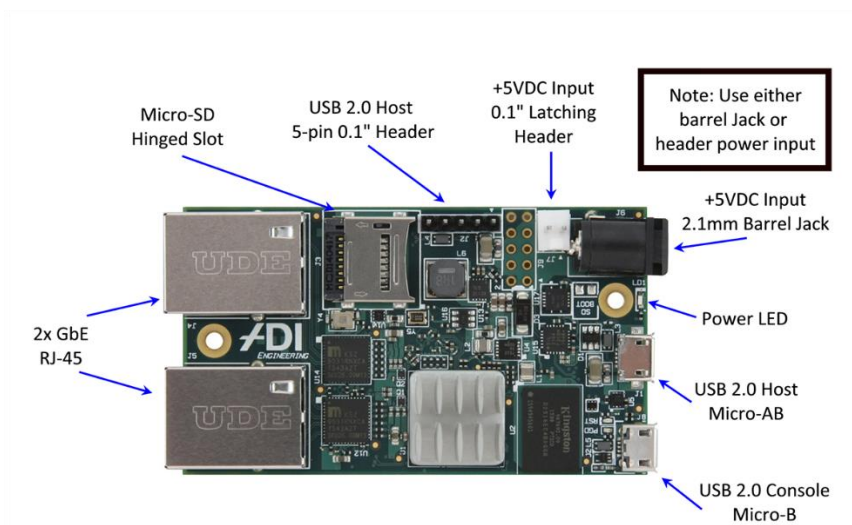


Figura 12. Placa base del SG-1000.

Tomado de (Rubicon Communications, LLC, s.f.)

3.4. Cisco Systems, Inc.

Fundada en 1984 por Len Bosack y su esposa Sandy Lerner, quienes emprendieron su negocio en busca de una tecnología para hacer frente a los protocolos de área local dispares, dando como resultado el router multiprotocolo, han logrado que hoy en día Cisco Systems, sea considerada como una de las principales marcas con respecto a tecnologías de la información. (Cisco Systems, Inc, s.f.)

Actualmente, Gartner ha nombrado a Cisco un líder en el cuadrante mágico 2018 para firewalls de red empresarial, donde una de sus soluciones especialmente enfocadas para pequeñas empresas es su producto Cisco ASA 5500-X. (Cisco, Cisco ASA with FirePOWER Services Data Sheet, 2018)

Este dispositivo tiene un enfoque integrado para la defensa contra amenazas reduce los costos operativos y de capital, así como la complejidad administrativa al consolidar múltiples servicios de seguridad en una sola plataforma. Automatiza las tareas de seguridad para aumentar la agilidad y acelerar la reparación. Otras de las principales características son:

- La VPN de sitio a sitio y de acceso remoto, así como la agrupación avanzada.
- La visibilidad y control de aplicaciones (AVC) granulares admite más de 4,000 controles de capa de aplicación y basados en riesgos que pueden lanzar políticas de detección de amenazas del sistema de prevención de intrusiones (IPS) a medida para optimizar la eficacia de la seguridad.
- La próxima generación de IPS (NGIPS) de FirePOWER proporciona una prevención de amenazas altamente efectiva y un conocimiento contextual completo de los usuarios, la infraestructura, las aplicaciones y el contenido para detectar amenazas multivectoras y automatizar la respuesta de defensa.

- El filtrado de URL basado en la reputación y la categoría ofrece alertas y control completo sobre el tráfico web sospechoso.



Figura 13. Funcionalidades de Cisco ASA

Tomado de (Cisco, s.f.)

La Figura 14 muestra la imagen del modelo más simple de toda la categoría, con un costo de \$599,99.



Figura 14. Cisco ASA 5506-X

Tomado de (Cisco, s.f.).

Especificaciones de Hardware:

- Memoria de 4 GB
- Flash de 8 GB

- Puerto de administración dedicado 10/100/1000Bytes
- Puertos USB 2,0
- Tipo de puerto del USB ' A ', 2,0 de alta velocidad
- 1 RJ-45 y miniconsola del USB
- Temperatura de funcionamiento 0 ° C a 40 ° C
- 23.5x4.37x20cm
- 90 a 240 VAC a 50/60 Hz

3.5. SOPHOS

El producto Sophos UTM es principalmente reconocida por la interfaz de usuario (UI) simple e intuitiva en la que está diseñado. Los dispositivos de la serie SG de Sophos están diseñados para proporcionar el equilibrio óptimo entre el rendimiento y la protección.

Asimismo, es una solución que abarca desde una pequeña oficina remota, un campus escolar, o una organización global que requiere alta disponibilidad y características de la empresa.

Los dispositivos Desktop Firewall contienen todas las características de seguridad que los más grandes equipos soportan, pero en una versión compacta y de bajo costo, el cual se puede encontrar desde \$396.00. Con la tecnología Intel de núcleo múltiple diseñada para obtener el mejor rendimiento y eficiencia en un pequeño factor de forma.

Entre las principales funciones se encuentran:

- Firewall de *next-gen* (Inspección de capa 7)
- Proporciona acceso remoto seguro a las ubicaciones externas (VPN con SSL e IPsec).
- Protección avanzada contra amenazas (ATP).
- Prevención de intrusiones (IPS).

- Filtrado web y de correo electrónico.
- y control de aplicaciones.
- Administración intuitiva e informes detallados.

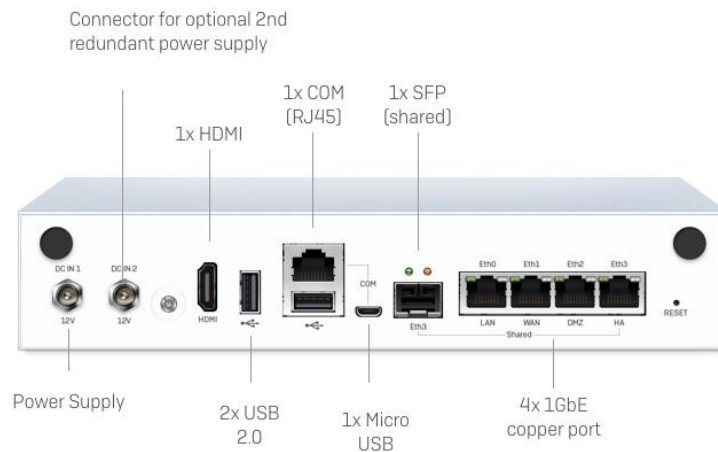


Figura 15. SOPHOS SG 105.

Tomado de (Sophos, 2018)

Especificaciones de Hardware (SOPHOS, 2018):

- 4 x Puerto Gigabit Ethernet.
- 1 x Gigabit Ethernet SFP (Compartido).
- 2 x Puerto USB 2.0
- 1 x Puerto Micro-USB
- 1 x Puerto COM (RJ45)
- 1 x Puerto HDMI
- 2 antenas externas.
- Interfaz Wireless de 802.11a/b/g/n /ac (2.4 GHz / 5 GHz).
- DC: 12V, 100-240VAC, 36W @50-60 Hz.
- 225 x 150 x 44 mm.
- Temperatura de funcionamiento: 0-40°C

3.6. Análisis de los productos del mercado.

La siguiente tabla muestra un resumen comparativo con respecto a ciertas funcionalidades principales tanto para los equipos enfocados en seguridad como para las soluciones de PBX. Pudiendo observar las similitudes y diferencias entre ellas.

Tabla 1.

Comparación entre las soluciones de PBX encontradas en el mercado.

Dispositivo	Extensiones	VPN	CRM	Llamadas concurrentes	Precio
<i>PBXact 25</i>	25	X	X	15	\$512,13
<i>ISS Entry UCR</i>	110	Com- patible	Com- patible	60	\$656,00

Con respecto a la *Tabla 1*, se puede decir que ambas soluciones brindan características similares, sin embargo, las soluciones de software libre que se ofrecen dentro de un equipo de hardware adecuado por las compañías para alojar el producto tienen un costo superior a los \$500,00.

Tabla 2.

Comparación entre las soluciones de seguridad encontradas en el mercado.

Dispositivo	Filtrado de paquetes por estado	VPN	IPS	Filtrado URL	Control de Aplicaciones	Precio
<i>Netgate SG-3100</i>	X	X	X		X	\$650,00
<i>Netgate SG-1000</i>	X	X	X		X	\$350,00
<i>Cisco ASA 5506-X</i>	X	X	X	X	X	\$599,99
<i>SOPHOS SG 105</i>	X (next-gen)	X	X	X	X	\$396,00

En la *Tabla 2* se realiza una breve comparación con respecto a las soluciones de hardware y software con funcionalidades de seguridad de red estudiadas y sus principales beneficios. Donde se demuestra que las soluciones de Cisco y

Sophos son las más completas encontradas, con la compañía Cisco a un precio más elevado.

4. DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES TECNOLÓGICAS DE SOFTWARE Y HARDWARE DE LAS PYMES EN ECUADOR

Para la evaluación dentro de las pequeñas y medianas empresas en Ecuador y su situación actual, se ha llevado a cabo una pequeña encuesta, con preguntas enfocadas a la búsqueda de las principales necesidades existentes en el ambiente empresarial.

4.1. Resultados de las encuestas

La Figura 16, muestra los resultados con respecto a la cantidad de empleados que las pymes poseen. Por lo que se puede observar que la mayoría de ellas se encuentran en el rango de menos de 50 empleados, por lo que entran en la categoría de pequeñas empresas según el boletín de la Cámara de Comercio de Quito.

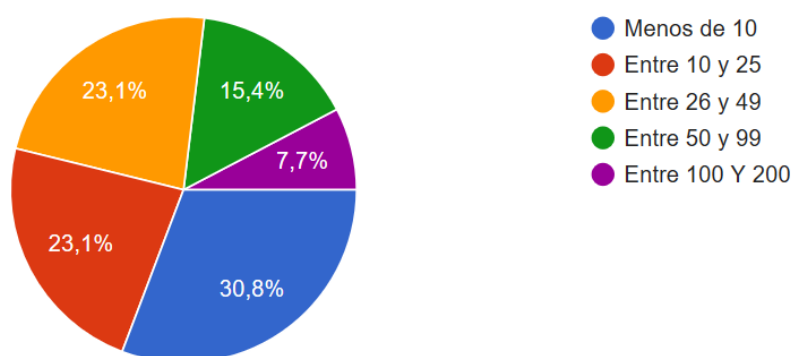


Figura 16. Resultado de número de empleados de la empresa.

De igual manera, estas empresas no poseen ni tienen la necesidad actual de tener trabajadores de forma remota. En la Figura 17 se muestra que el 62% de los consultados posee “menos de 10” empleados.

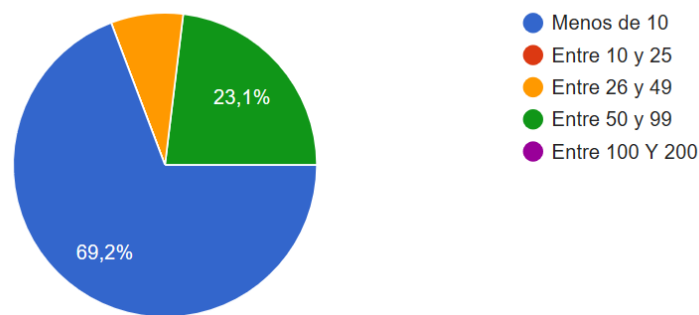


Figura 17. Resultado de número de empleados remotos.

Asimismo, para evaluar la infraestructura actual de las empresas, cuyos resultados se encuentran en la Figura 18, se consultó a los encuestados sobre las diferentes opciones de dispositivos de red presentes en su ambiente laboral.

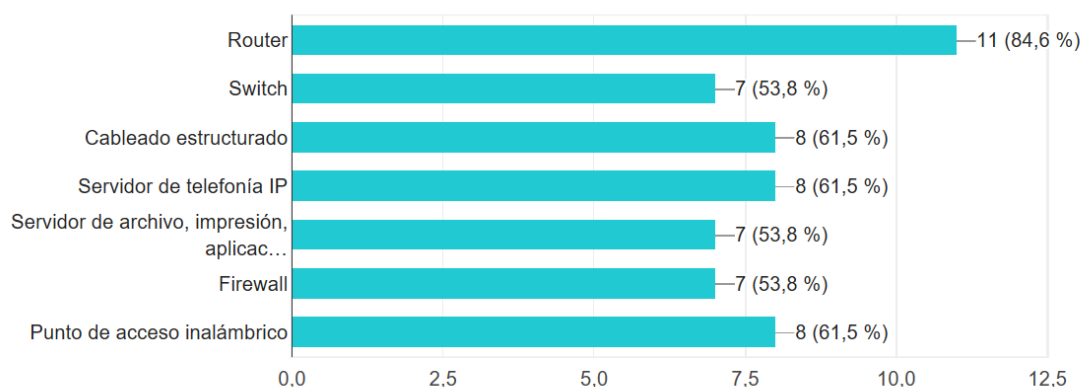


Figura 18. Resultado de Infraestructura de Red actual en las empresas.

Seguidamente, se realizaron tres preguntas con respecto a los servicios brindados por su proveedor de servicio de internet y las velocidades del paquete contratado. Obteniendo como resultado que el Grupo TV Cable posee la mayor cantidad de clientes entre los encuestados, con una moda de 20MB de velocidad de descarga, y 10MB de velocidad de subida.

La Figura 19, demuestra que más de la mitad de los encuestados considera que el ancho de banda disponible en su empresa no está siendo usado únicamente

para su proceso de negocio y que tiene problemas con el uso indebido del mismo por su personal en aplicaciones como Netflix, YouTube, Spotify o Redes sociales durante su horario laboral.

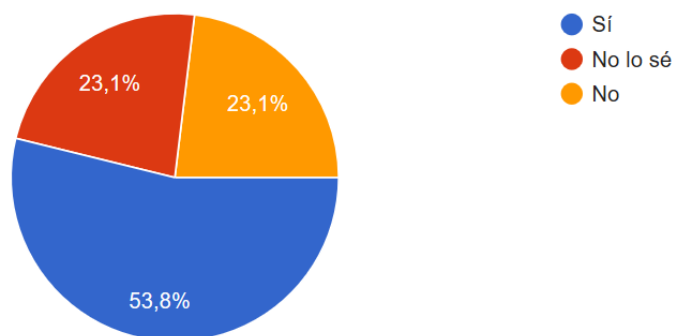


Figura 19. Resultado sobre el conocimiento del uso óptimo del ancho de banda.

Finalmente, tanto la Figura 20 como Figura 21, muestran los resultados obtenidos con respecto a los requisitos tecnológicos que consideran los encuestados que serían útiles para optimizar su proceso de negocio y el presupuesto de inversión inicial existente en la actualidad por la compañía para ese propósito.



Figura 20. Respuesta a las necesidades tecnológicas requeridas.

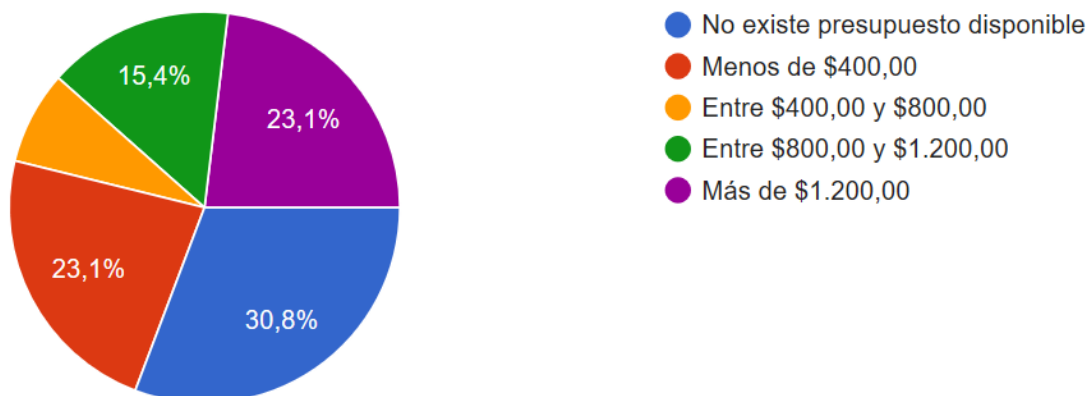


Figura 21. Respuesta al presupuesto de inversión inicial existente.

Con respecto a los resultados obtenidos en el segmento anterior, se puede concluir en que las pequeñas empresas encuestadas, poseen una infraestructura actual comprendida principalmente de un router para la interconexión de sus equipos, y un punto de acceso inalámbrico. Asimismo, se puede observar que muchas poseen telefonía mediante IP y un cableado estructurado implementado.

Sin embargo, a pesar de las altas expectativas con respecto lo considerado necesario en sus ambientes laborales para optimizar su proceso de negocio, el presupuesto reservado para la compra de nuevas tecnologías se encuentra por debajo de lo \$400, o es inexistente. Por lo que se busca, una solución de bajo costo disponible con las funcionalidades resaltadas, como lo son: Seguridad en la red y central telefónica, mientras que la accesibilidad remota es una característica deseable más no indispensable.

4.2. Soluciones de Software

Bajo las conclusiones anteriormente, este proyecto busca obtener las mejores soluciones de acuerdo los requisitos de seguridad y comunicación solicitados por

las pymes. Y obtener así, la mejor solución para su implantación, al más bajo costo posible.

4.2.1. Ambiente de Virtualización

Para la implementación de un sistema unificado, es necesario de un software de virtualización nativo que permita poder aprovechar un solo hardware que hospede los sistemas necesarios. Por lo tanto, se realizará la comparación de las siguientes opciones;

4.2.1.1. VMware vSphere Hypervisor

VMware vSphere Hypervisor es la versión gratuita que brinda la compañía VMware con el Hypervisor ESXi. Sin embargo, aun cuando el hipervisor es gratuito es necesario de licencias de vSphere tanto para el servidor de administración vCenter, como para ciertas características tales como: crear depósitos de recursos de almacenamiento y procesamiento en múltiples hosts físicos, migración en vivo de máquinas virtuales, balanceo de carga, monitoreo de rendimiento, entre otras. (VMware, Inc., 2017)



Figura 22. Logotipo de vSphere

Tomado de (VMware, Inc., 2017)

Características:

- Capa de virtualización que se ejecuta en servidores físicos que abstraen el procesador, la memoria, el almacenamiento de información y los recursos en múltiples máquinas virtuales.
- Proporciona servicios esenciales de Datacenter, como control de acceso, monitoreo de performance y administración de alarmas.
- Interfaz web que permite conexiones remotas para vCenter Server.
- Posee un sistema de archivos de clúster de alto rendimiento para máquinas virtuales ESXi.
- Permite la migración de máquinas virtuales activadas desde un servidor físico a otro con tiempo de inactividad de cero.
- Alta disponibilidad, debido a la detección de fallas.
- Asigna y equilibra la capacidad computacional dinámicamente a través de colecciones de recursos de hardware para máquinas virtuales.

Requerimientos de Hardware:

- Socket doble con cuatro o más núcleos por CPU.
- NFS, iSCSI o canal de fibra para el almacenamiento de máquinas virtuales.
- 8GB de RAM.
- Disco simple de 4GB o discos redundantes.
- Adaptadores dobles de red de 1 GbE.

Soporte y Precio:

Debido al complemento de vCenter solicitado para que esta versión sea factible, y los precios de soporte brindado por VMware, la Tabla 3 brinda un resumen de los principales costos del sistema.

Tabla 3.

Precios de Licenciamiento y soporte de vSphere.

vSphere Edition	Costo	# Procesadores físicos	Soporte básico	Soporte de producción
<i>Estándar (requiere vCenter)</i>	\$ 995	1	\$ 273	\$ 323
<i>Enterprise Plus (requiere vCenter)</i>	\$ 3,495	1	\$ 734	\$ 874
<i>Enterprise Plus con Operations Management (requiere vCenter)</i>	\$ 4,395	1	\$ 923	\$ 1,099
<i>Fundación vCenter</i>	\$ 1,495	N / A	\$ 545	\$ 645
<i>vCenter Standard</i>	\$ 4,995	N / A	\$ 1049	\$ 1249

Adaptada de: VMware, Inc., 2017.

4.2.1.2. Microsoft Hyper-V

Hyper-V está integrado en Windows Server, o puede instalarse como un servidor independiente, conocido como Hyper-V Server, de esta manera ofrece un conjunto unificado de herramientas de administración integradas, independientemente de si las organizaciones se esfuerzan por migrar a servidores físicos, una nube privada, una nube pública o una combinación "híbrida" de estas tres opciones. (Microsoft, 2016)



Figura 23. Logotipo de Hyper-V.

Tomado de (Microsoft, 2016)

Características:

- Para la recuperación de desastres, la réplica de Hyper-V crea copias de máquinas virtuales, que se deben almacenar en otra ubicación física.
- Hyper-V no tiene una interfaz gráfica de usuario (GUI).
- Incluye Virtual Machine Connection, una herramienta de conexión remota para usar con Windows y Linux.
- El arranque seguro y las máquinas virtuales blindadas ayudan a proteger contra malware y otros accesos no autorizados a una máquina virtual y sus datos.

Hyper-V tiene requisitos de hardware específicos, y algunas características de este tienen requisitos adicionales. Entre ellos podemos encontrar:

- Un procesador de 64 bits con traducción de direcciones de segundo nivel (SLAT).
- 4 GB de RAM.
- Soporte de virtualización activado en el BIOS o UEFI. (DEP Habilitada y Virtualización asistida por hardware)
- Un adaptador de Ethernet capaz de al menos un rendimiento gigabit

Soporte y precios:

Microsoft Hyper-V Server es un producto gratuito que ofrece virtualización de clase empresarial para su centro de datos y nube híbrida. Sin embargo, de igual manera que VMware, el control y manejo de las funcionales del hipervisor, es necesario de obtener licenciamiento de este.

Tabla 4.

Precios de Licenciamiento de Hyper-V.

Sistema	Precio	Número máximo de núcleos	Licencias de gestión
Hyper-V sin System Center	Gratis	Sin limitaciones de núcleo	No se requieren licencias de gestión OSE
System Center 2016 Standard Edition	\$1.323,00	16	2 licencias de gestión OSE
System Center 2016 DataCenter Edition	\$3.607,00	16	Licencias ilimitadas de gestión OSE

Adaptada de: Microsoft, 2016.

4.2.1.3. KVM-Linux

KVM es una solución de virtualización completa para Linux en hardware x86 que contiene extensiones de virtualización (Intel VT o AMD-V). Consiste en un módulo de kernel que puede ser cargado como `kvm.ko`, que proporciona la infraestructura de virtualización central y un módulo específico del procesador, `kvm-intel.ko` o `kvm-amd.ko`. (Colaboradores de KVM, 2016)

El principal objetivo de este módulo es permitir ejecutar varias máquinas virtuales que ejecutan imágenes de Linux o Windows sin modificar. Cada máquina virtual tiene hardware privado virtualizado: una tarjeta de red, un disco, un adaptador de gráficos, entre otros elementos.



Figura 24. Logotipo de KVM.

Tomado de (Colaboradores de KVM, 2016)

Entre los principales requisitos de KVM se encuentra la necesidad de tener un procesador de 32bits, o de 64bits con soporte de 32bits, con capacidad de virtualización en Intel y SVM en AMD. Asimismo, puede tener huéspedes tanto de Linux, Unix o Windows. Utilizando QEMU como principal *front-end*.

Por otra parte, siendo *qemu/kvm* solo puede ser administrado en primera instancia mediante la línea de comandos. Sin embargo, se han desarrollado diferentes herramientas de gráficas de administración como lo son Kimch, Virtual Machine Manager, Proxmox VE, Open QRM, entre otras.

4.2.1.4. Proxmox VE

Proxmox VE es una plataforma de código abierto completa para la virtualización de empresas inclusivas que integra el hipervisor de KVM y los contenedores LXC. Asimismo, el almacenamiento de información y la funcionalidad de red definidos por el software en una única plataforma, y maneja fácilmente clusters de disponibilidad y herramientas de recuperación ante desastres con la interfaz de administración Web integrada. (Proxmox Server Solutions GmbH, 2017)



Figura 25. Logotipo de Proxmox

Tomado de (Proxmox Server Solutions GmbH, 2017)

Características:

- Proxmox VE se basa en Debian GNU / Linux
- Con la función integrada para la migración en vivo / en línea, puede mover una máquina virtual en ejecución en Proxmox VE de un nodo de clúster a

otro sin ningún tiempo de inactividad o efecto notable por parte del usuario final.

- La interfaz de administración basada en web integrada le brinda una visión general clara de todos sus invitados KVM y contenedores de Linux e incluso de todo su clúster.
- Proxmox VE utiliza una API RESTful.
- Administración basada en roles.
- Proxmox VE utiliza un modelo de red puente. Cada host puede tener hasta 4094 puentes. Los puentes son como conmutadores físicos de red implementados en el software en el host Proxmox VE.
- Las imágenes de máquinas virtuales pueden almacenarse en uno o varios almacenamientos locales o en almacenamiento compartido como NFS y en SAN.
- Las copias de seguridad de Proxmox VE son siempre copias de seguridad completas, que contienen la configuración de VM / CT y todos los datos.
- Posee un firewall personalizado permitiendo configurar reglas de firewall para todos los hosts dentro de un clúster, o definir reglas para máquinas virtuales y contenedores solamente. Soportado para IPv4 e IPv6.

Requerimientos de Hardware:

- CPU: x86_64 (Recomendada Intel EMT64 or AMD64).
- CPU/placa base capaces de Intel VT/AMD-V (para la ayuda completa de la virtualización del KVM).
- 8 GB RAM (1GB Mínimo para funcionamiento).
- RAID de hardware con pilas de memoria caché de escritura protegida (BBU) o protección Flash.
- Discos duros rápidos, mejores resultados con SAS de 15K rpm, Raid10.
- Dos o más NIC de Gbit (para la vinculación) (1 NIC Mínima).

Soporte y Precios:

- Software gratuito (AGPL, v3). Sin costo de licenciamiento.
- Soporte comercial, basado en suscripción. Desde precios elevados como \$769.00 anuales a \$74.90
- Trainings y Bugtracker
- Repositorio de código: Public (GIT)
- Foro: Foro público de la comunidad con acceso libre

4.2.1.5. Comparación de las soluciones de virtualización

La siguiente tabla (*Tabla 5*), muestra un resumen de los requerimientos necesarios de hardware para la implementación de las soluciones.

Tabla 5.

Comparación de requerimientos de hardware de las soluciones de virtualización.

Solución	CPU	RAM	Red
<i>VSphere</i>	Mínimo doble núcleo	8GB	2x NIC Gbit
<i>Hyper-V</i>	64bits (SLAT)	4GB	1x NIC Gbit
<i>Proxmox VE</i>	x86_64 (Intel EMT64 o AMD64) (Intel VT/AMD-V)	8 GB RAM (1GB Mínimo para funcionamiento).	2x NIC Gbit. (1x NIC Minima)
<i>QEMU/KVM CLI</i>	64bits (SLAT)	1GB	1x NIC Gbit

Asimismo, la tabla, muestra algunas de las características brindadas por las mismas soluciones investigadas.

Tabla 6.

Comparación de las características de las soluciones de virtualización

Solución	Migración en línea	Redes virtuales	Almacenamiento de Imágenes	Seguridad	Licenciamiento + Soporte
<i>VSphere</i>	x	x	Local	Acceso mediante vCenter	\$995 a \$4,995
<i>Hyper-V</i>	x	x	Local y compartido	Maquinas Blindadas	\$1.323,00
<i>Proxmox VE</i>	x	x	Local y Compartido	Firewall personalizado	74.90 a \$769.00 anuales por soporte personalizado.

De esta manera, tanto por tiempo de licenciamiento y costo, se he escogido la implementación del sistema Proxmox VE, como ambiente de virtualización, ya que se buscan una solución de *open source* que brinde funcionalidades de administración factibles y completas en todas sus áreas.

4.2.2. Software de seguridad

De igual manera, para poder brindar las soluciones de seguridad requeridas, es necesario evaluar las soluciones de código abierto existentes en el mercado accesible y adaptables para el sistema final.

4.2.2.1. pfSense

El proyecto pfSense es una distribución de firewall de red gratuita, basada en el sistema operativo FreeBSD con un kernel personalizado e incluyendo paquetes de software gratuito de terceros para una funcionalidad adicional.

El software pfSense, con la ayuda del sistema de paquetes, puede proporcionar la misma funcionalidad o más de los cortafuegos comerciales comunes, sin ninguna de las limitaciones artificiales. (Rubicon Communications, LLC (Netgate), 2015)

Entre las principales funcionalidades de este sistema se encuentran:

- El software pfSense incluye una interfaz web para la configuración de todos los componentes incluidos.
- Funcionalidades de Cortafuegos:
 - Filtrado por IP, protocolo y puerto.
 - Límite de conexiones simultáneas.
 - Bloqueo por sistema operativo.
 - Políticas de enrutamiento (Balanceo de carga)
 - Normalización de paquetes.
- Tablas de estado de tamaño ajustable, por regla y diferentes tipos de estado. Con opciones de optimización.
- Traducción de direcciones de red (NAT).
- Combinación CARP que permite configurar un grupo de dos o más firewall de conmutación por error.
- Equilibrio de carga entre los servidores disponibles de la red.
- El software pfSense ofrece tres opciones para conectividad VPN, IPsec y OpenVPN.
- Servidor PPPoE (Base de datos de usuarios local o RADIUS).
- Reporte y Monitoreo.
- DNS Dinámico.
- Portal cautivo.
- Servidor DHCP y retransmisión.

Debido a que pfSense se basa en FreeBSD, su lista de compatibilidad de hardware es la misma que la de FreeBSD. El kernel pfSense incluye todos los controladores de FreeBSD.

De igual manera, existen ciertas características que exigen el aumento de las capacidades de hardware como lo son el uso intensivo de los servicios de VPN o la gran cantidad de usuarios simultáneos al portal cautivo necesitará de un aumento de potencia en el CPU. Asimismo, el tamaño predeterminado de la tabla de estado se calcula en base al 10% de la RAM disponible en el firewall. En resumen, se pueden definir los siguientes requisitos recomendados:

- CPU con procesador de 1GHz.
- 1GB de RAM.
- Disco duro de 1GB.
- Dos tarjetas Intel o sistemas con NIC Intel integradas de hasta 1 Gbps.

4.2.2.2. IPFire

IPFire es un servidor de seguridad de código abierto versátil y moderno basado en Linux. Sin embargo, es una distribución única que no se basa en ninguna otra ya creada con principal objetivo la seguridad en la red. Su configuración predeterminada, la red se divide en varias zonas con diferentes políticas de seguridad y administrar los riesgos de la red. (The IPFire Project, 2018)

Por otra parte, como software que emplea un firewall de inspección de estado de paquetes posee las siguientes características:

- La interfaz gráfica de usuario web ha sido diseñada para principiantes y también ofrece opciones de expertos.
- Traducción de direcciones de red (NAT).
- Sistema de detección de intrusiones (IDS).
- Servidor DHCP y DNS.
- Proxy web.
- IPsec VPN.
- Está emparejado con un filtro P2P que enriquece el conjunto de características al permitir filtrar ciertos protocolos P2P.

Por otra parte, IPFire permite crear sistema altamente personalizados a medida que se cumpla con los siguientes requisitos recomendados:

- CPU i586 (Intel Pentium I o superior), con un procesador de 1GHz.
- 1GB de RAM (Ciertas funcionalidades solicitan una memoria de mayor tamaño).
- Almacenamiento de 4GB.
- Dos adaptadores de red. (No admite 10Mbit/s y conector ISA, ni adaptadores 10Gbit/s).

4.2.2.3. OPNsense

OPNsense es una plataforma de enrutamiento y firewall basada en FreeBSD de código abierto. Sus orígenes se basan en una bifurcación de pfSense y m0n0wall en 2014, con su primer lanzamiento oficial en enero de 2015. Su fuerte enfoque en la seguridad ofrece actualizaciones semanales con incrementos para reaccionar ante las amenazas de moda en el momento. (Deciso B.V., 2015)

La Figura 26 muestra la interfaz web de esta plataforma.

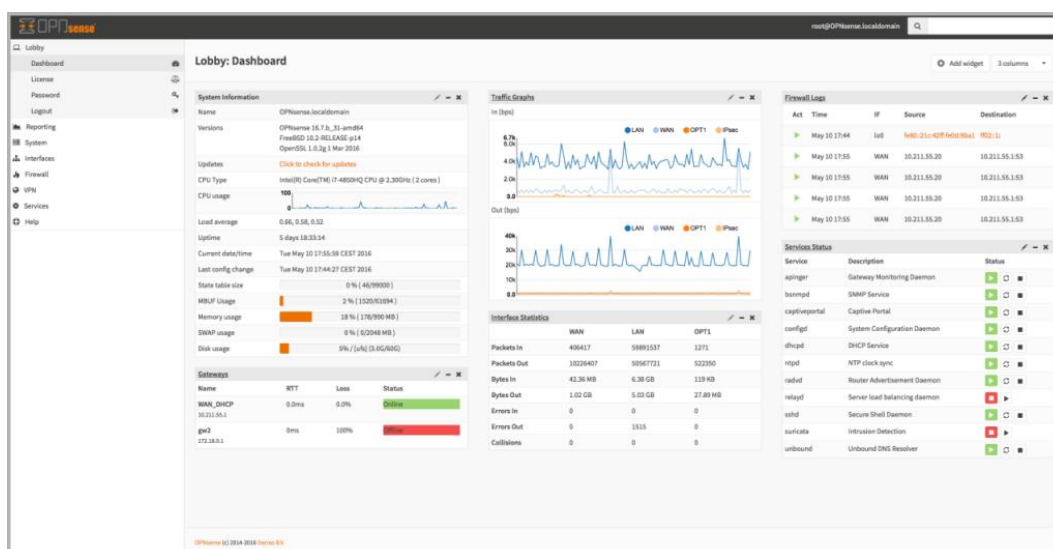


Figura 26. Interfaz de Usuario de OPNsense.

Tomado de (Deciso B.V., 2018)

Esta plataforma es conocida por su interfaz de fácil manejo y configuración, y las funcionalidades gratuitas incluyen:

- Servidor de seguridad de estado, para conexiones de la red.
- Transformador de tráfico organizado por tuberías, colas y reglas.
- Autenticación en dos factores (2FA).
- Portal cautivo, con soporte de RADIUS.
- VPN, con IPsec y OpenVPN GUI.
- Conmutación por error de hardware (CARP).
- Proxy de almacenamiento en caché.
- Sistema IPS en línea, basada en Suricata y Netmap.
- Huella digital SSL.
- Servidor DHCP Y DNS.
- Copia de seguridad de restauración.
- Informes y Monitoreo.
- Firmware y complementos semanales.
- Documentación en línea y gratuita.

La especificación recomendada para ejecutar todas las características estándar de OPNsense en un ambiente de más de 50 usuarios son las siguientes:

- Capacidad de soportar sistemas operativos de 64bits.
- CPU de núcleo múltiple de 1.5 GHz
- 4GB de RAM.
- SSD/HDD de 120GB.

4.2.2.4. NG Firewall

Untangle NG Firewall proporciona una solución para el filtraje de contenido, malware y protección de amenazas, Wi-Fi seguro, control de aplicación, optimización de ancho de banda, redes privadas virtuales, entre otras funcionalidades. La plataforma Untangle NG Firewall está diseñada para

funcionar como una tienda de aplicaciones. Las aplicaciones son módulos que agregan funcionalidad a la plataforma NG Firewall. (Untangle, Inc., 2017). Entre los módulos gratuitos que pueden añadirse se encuentran:

- Firewall de estado que filtra el tráfico según la dirección IP, el protocolo y el puerto.
- Virus Blocker Lite (Escáner de archivos y comprimidos).
- Bloqueador de Phish.
- Prevención de Intrusos.
- Bloqueo de Spam versión Lite.
- Bloqueador de anuncios.
- Control de aplicaciones Lite.
- OpenVPN y Tunnel VPN.
- Portal Cautivo.
- Informes.

Existe una gama más extensa de funcionalidades que solo son habilitadas en la versión paga.

Con respecto a los principales requisitos de hardware necesarios para la instalación de este sistema en un ambiente de máximo 50 dispositivos se recomiendan los diferentes entornos.

- Procesador de doble núcleo.
- 2 o más GB de RAM.
- Almacenamiento de 80GB.
- 2 o más tarjetas NIC.
- Es recomendable instalar en un entorno virtual de VMware.

4.2.2.5. Comparación de las soluciones de seguridad

La *Tabla 7*, se comparan los requisitos recomendados para la implementación del sistema. Cada uno de estos detalla como mínimos el uso de dos interfaces de red para poder segmentar la red entre la pública y la local. Mientras que los valores para RAM y Almacenamientos se basan en un requerimiento para su correcto funcionamiento.

Tabla 7.

Comparación de requerimientos de hardware de las soluciones de seguridad.

Solución	CPU	RAM	Almacenamiento	Red
<i>pfSense</i>	Doble núcleo - 2GHz	1GB	1GB (8GB funcionamiento)	2xNIC Intel
<i>IPFire</i>	<i>Doble núcleo - 2GHz</i>	+2GB	+4GB	2xNIC
<i>OPNsense</i>	Núcleo múltiple - 1.5 GHz	4GB	120GB para alto rendimiento.	2xNIC
<i>NG Firewall</i>	Doble núcleo	2GB	80GB	2x NIC

En la siguiente tabla (

Tabla 8). Se puede observar la comparación de algunas funcionalidades encontradas en los sistemas en donde se tiene que tanto pfSense como OPNsense son soluciones gratuitas y completas para implementar. Sin embargo, mencionando el hecho de que OPNsense se encuentra basado en pfSense, se ha escogido esta última como el sistema a implementar en la solución propuesta.

Tabla 8.

Comparación de características de las soluciones de seguridad.

Solución	Firewal I	DNS DHC P NAT	VPN	Portal Cautiv o	SS L	Informes y Monitore o	CAR P
<i>pfSense</i>	De estado	x	IPsec y OpenVPN	x	x	x	x
<i>IPFire</i>	De estado	x	Ipsec y OpenVPN		x	Informes	
<i>OPNsense</i>	De estado	x	Ipsec y OpenVPN	X	x	x	x
<i>NG Firewall</i>	De estado		OpenVPN	x	x	Informes	

4.2.3. Software de telefonía IP

En cuanto nos referimos a software de VoIP, Asterisk es el proyecto de comunicaciones de código abierto más popular del mundo, siendo un software gratuito de código abierto como servidor de comunicaciones de voz. Asterisk simplifica la creación y el despliegue de una amplia gama de aplicaciones y servicios de telefonía, que incluyen IP PBX, puertas de enlace VoIP, ACD del centro de llamadas y sistemas IVR. (Digium, Inc, 2016)

4.2.3.1. FreePBX

FreePBX es una GUI (Figura 27) de código abierto basada en la web que controla y administra Asterisk (PBX). Siendo una solución de PBX basada en la web de GPL de código abierto, FreePBX es fácil de personalizar y adaptarse a sus necesidades cambiantes. El mismo puede ejecutarse en la nube o en el sitio,

enfocado para ambientes de diferentes tamaños. (Sangoma Technologies, 2015).

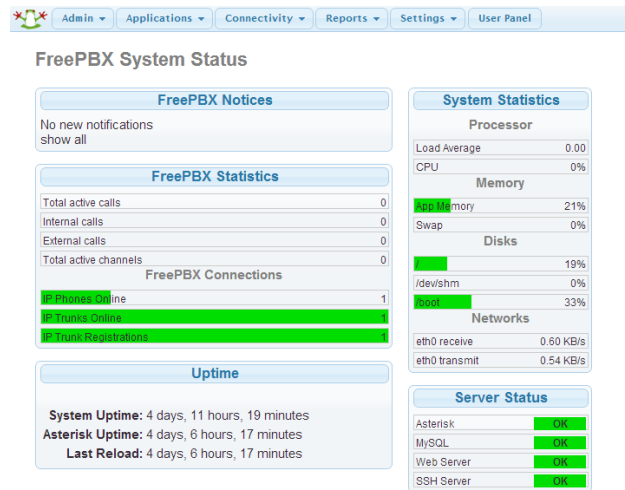


Figura 27. FreePBX GUI.

Tomado de (Sangoma Technologies, 2015)

De esta manera, FreePBX siendo un sistema basado en Asterisk cuenta con las siguientes características principales:

- Extensiones ilimitadas.
- Basado en SIP (troncales SIP ilimitadas).
- Soporte para paginación de grupo o integración.
- Directorio de empresas.
- IVRs ilimitados.
- Identificador de llamadas.
- Soporte para uso en personal (Telefono inteligente o computadora personal).
- Música en espera.
- Correo de voz, y correo de voz con envío de correo electrónico.
- Copia de seguridad automática.
- Control de flujo de llamadas.

Asimismo, la Tabla 9 muestra los requerimientos necesarios para una buena implementación de dicha plataforma.

Tabla 9.

Requerimientos de hardware de FreePBX para alta disponibilidad.

Requerimiento	Mínimo	Recomendado
CPU	Clase i5	Quad Core Xeon o mejor
RAM	2 GB	4 GB +
HDD	100 GB	250 GB +
NIC	1 interfaz de red.	2 interfaces de red separadas.

Adaptado de (Sangoma Technologies, 2015)

4.2.3.2. Elastix - Issabel

Elastix es un PBX basado en software alimentado por 3CX y basado en Debian. Una solución de estándares abiertos, reconocido como sistema UC para la administración compatible con los populares teléfonos IP, puertas de enlace y troncales SIP. (3CX, 2017) La Figura 28, muestra un ejemplo del entorno web de administración del software.

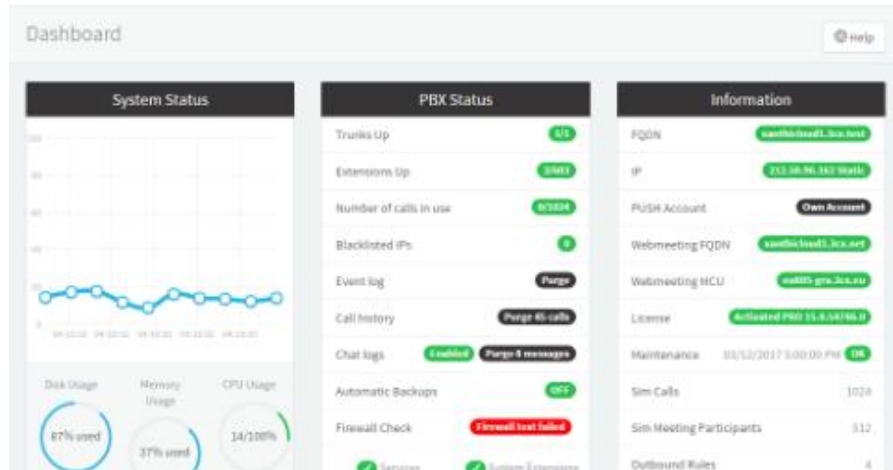


Figura 28. Elastix GUI.

Tomado de (3CX, 2017)

En un principio la funcionalidad Elastix 2,5 se basa en proyectos de código abierto que incluyen Asterisk, FreePBX, HylaFAX, Openfire y Postfix. Mientras que a partir de Elastix 5,0 toda la funcionalidad se proporciona a través de 3CX, un software basado en el intercambio de sucursales privadas basado en el estándar SIP e igualmente permite que las extensiones hagan llamadas vía la red telefónica conmutada pública o vía voz sobre protocolo de Internet servicios.

Sin embargo, la versión de Elastix 2.5 es de software libre bajo la licencia pública general de GNU. Mientras que Elastix 5,0 es propiedad publicada bajo los términos de la licencia 3CX.

De esta manera luego de la compra del proyecto por parte de la compañía 3CX, la comunidad de Elastix crea el proyecto Issabel, con el objetivo de mantener a la comunidad bajo el concepto de código abierto (Issabel, 2017).

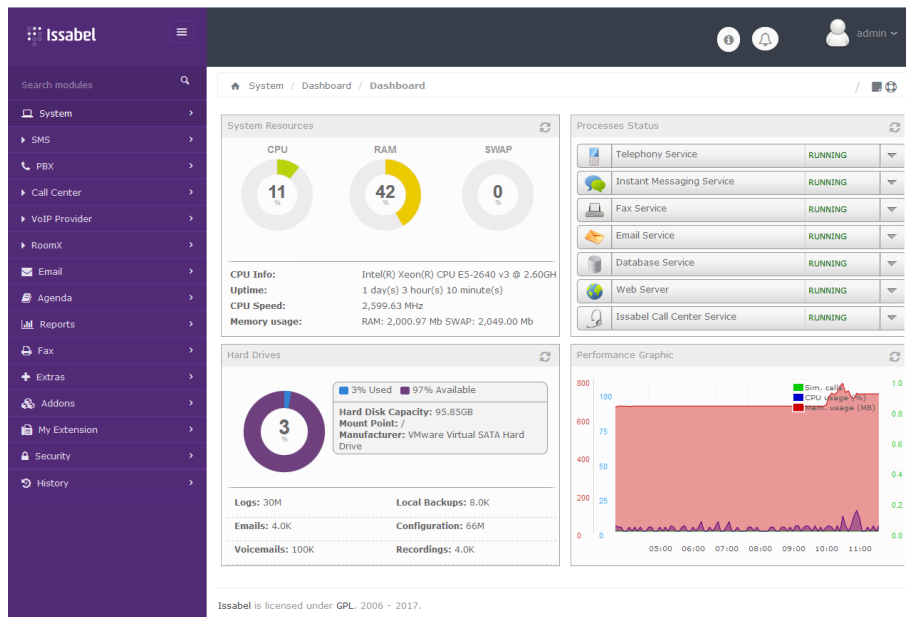


Figura 29. Issabel GUI.

Tomado de (Issabel, 2017)

4.2.3.3. AsteriskNOW

AsteriskNOW s una distribución de Linux completa con Asterisk, el marco del controlador DAHDI y la GUI administrativa de FreePBX. Gran parte de la complejidad de Asterisk y Linux es manejada por el instalador, la utilidad de administración de paquetes yum y la GUI administrativa. Digium ofrece soporte comercial para los componentes Asterisk y DAHDI de AsteriskNOW (Digium, Inc, 2016). La siguiente figura muestra la gran similitud debido al compartimiento de GUI con FreePBX.

The screenshot shows the 'Welcome to FreePBX Administration!' page. It includes a navigation bar with 'FreePBX Support', 'iSymphonyV3 Panel', and 'User Panel'. The main content area has the following elements:

- Welcome to FreePBX Administration!**
- Initial setup**
- Please provide the core credentials that will be used to administer your system**
- Form fields for: Username, Password, Confirm Password, Admin Email address, and Confirm Email address.
- A 'Set up my Account' button at the bottom.

Figura 30. AsteriskNOW GUI.

Tomado de (Digium, Inc. 2018)

4.2.3.4. Comparación de las soluciones de telefonía IP

Digium es una subsidiaria de Sangoma Technologies, que en conjunto es el proveedor más grande de soluciones de comunicaciones de código abierto. Digium es la empresa patrocinadora y mantenedor del proyecto Asterisk, con su código de fuente abierta disponible de forma gratuita. La comunidad de desarrolladores que usa y mejora continuamente Asterisk ahora incluye algunas de las mentes más brillantes de 170 países, con cerca de dos millones de servidores que ejecutan Asterisk.

Sin embargo, la corporación Sangoma Technologies, patrocinadores el software FreePBX, posee actualmente como subsidiaria a Digium, dejando a su producto de código abierto FreePBX como el software de PBX de código abierto más reconocido y utilizado del mundo.

4.3. Necesidades de Hardware para los sistemas escogidos

Seguidamente de haber escogido las soluciones tanto de virtualización, seguridad y telefonía IP, siendo estos Proxmox VE, pfSense y FreePBX respectivamente. La siguiente tabla (Tabla 10), muestra un resumen de los cálculos realizados para la escogencia del hardware que cumpla con los requerimientos.

Tabla 10.

Cálculo de los requerimientos de hardware necesarios.

Solución	CPU	RAM	Almacenamiento	Red
Proxmox VE	x86_64 (Intel EMT64 o AMD64) (Intel	8 GB RAM (1GB Mínimo para funcionamiento).	10% del tamaño del disco.	2x NIC Gbit. (1x NIC Mínima)

	VT/AMD-V)			
pfSense	Doble núcleo - 2GHz	1GB	8GB	2xNIC Intel
FreePBX	Clase i5	2GB	100GB para Alta disponibilidad (50GB)	2xNIC
TOTAL (Aproximado)	Doble núcleo – 2GHz	4GB	120GB	2xNIC

4.4. Soluciones de Hardware

4.4.1. Raspberry pi 3

Raspberry Pi Foundation es una organización benéfica con sede en el Reino Unido que trabaja para poner el poder de la creación digital en manos de personas de todo el mundo. La fundación ofrece computadoras de bajo costo y alto rendimiento para las áreas de enseñanza, creatividad y recreación. Buscan proporcionar una herramienta en busca de la creación e innovación digital. (RASPERRY PI FOUNDATION, s.f.)

El Raspberry PI 3 modelo B + es el último producto de la gama Raspberry PI 3. Mantiene la misma huella mecánica que tanto el Raspberry pi 2 modelo B como el Raspberry PI 3 modelo B.



Figura 31. Raspberry Pi 3 Model B+

Tomado de (Raspberry Pi Foundation, s.f.)

Tabla 11.

Especificaciones Generales

<i>Procesador</i>	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
<i>Memoria</i>	1GB LPDDR2 SDRAM
<i>Conectividad</i>	2.4GHz y 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE
	Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300Mbps)
	4 x Puerto USB 2.0
<i>Temperatura de operación</i>	0 – 5 C
<i>Potencia de entrada</i>	5V/2.5A DC vía micro USB
	5V DC a través de encabezado GPIO
	Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
<i>Multimedia</i>	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics

Tomado de (Raspberry Pi Foundation, s.f.)

4.4.1.1. Procesador:

La placa cuenta con un chip Broadcom utilizado en la Raspberry Pi 3, y en modelos posteriores de la Raspberry Pi 2. La arquitectura subyacente del BCM2837 es idéntica a la del BCM2836, con la diferencia significativa de sustitución del clúster de cuatro núcleos ARMv7 por un clúster ARM Cortex A53 de cuatro núcleos (ARMv8).

Los núcleos ARM se ejecutan a 1.2 GHz, mientras el VideoCore IV funciona a 400MHz (Procesador de video).

4.4.1.2. Alimentación:

La Raspberry Pi 3 está alimentada por una fuente micro USB de + 5.1V, mientras que la corriente que consume depende de la funcionalidad de este, pero se recomienda una fuente de alimentación de 2.5A. Típicamente, el modelo B usa entre 700-1000 mA dependiendo de qué periféricos estén conectados. El modelo

A puede usar tan poco como 500 mA sin periféricos conectados. La potencia máxima que la Raspberry Pi puede usar es de 1 A.

De igual manera, los pines GPIO pueden dibujar 50mA de forma segura, distribuidos en todos los pines; un pin GPIO individual solo puede extraer con seguridad 16mA. El puerto HDMI utiliza 50 mA, el módulo de la cámara requiere 250mA y los teclados y ratones pueden tomar tan solo 100mA o más de 1000mA.

4.4.1.3. Precio:

A pesar de que este dispositivo tiene un bajo costo en el mercado, alrededor de los \$80.00, es necesaria la compra de los módulos adicionales como son el puerto Ethernet adicional de \$50.00 y memoria SD de mínimo 64GB de \$30.00, con un total alrededor de los \$160.00.

4.4.2. Zotac Zbox Nano Mini PC

Zotac se establece en el 2006 como marca creadora de productos innovadores, con la mejor calidad. Son el primer fabricante de productos como Mini PC, con sus modelos de ZBOX, desde la versión nano, a la versión pico de esta. (ZOTAC International (MCO) Limited, 2016)

Entre una de sus versiones se encuentra la mini PC nano CI327 de pequeño tamaño, con un chasis de refrigeración pasiva que permite la refrigeración sin ventilador para eliminar el ruido. Este dispositivo viene integrado en una pequeña caja con solo la necesidad de adicionar la memoria RAM y el disco de almacenamiento necesario. (ZOTAC International (MCO) Limited, 2017)



Figura 32. ZBOX-CI327NANO.

Tomado de (ZOTAC International (MCO) Limited, 2017)

Especificaciones de hardware:

- Intel N3450 quad-core 1.1GHz, up to 2.2GHz
- Ranura 2 x 204-pin DDR3L-1866 SO-DIMM (Máximo de 8GB)
- Intel HD Graphics 500
- HDMI 2.0 (3840x2160 @ 60 Hz)
- DisplayPort 1.2 (4096x2160 @ 60 Hz)
- VGA (1920x1080 @ 60 Hz)
- Ranura para 1 x 2.5" SATA 6.0 Gbps SSD/HDD
- 1 x puerto USB 3.0 tipo-C.
- 2 x puerto USB 3.0
- 2 x puerto USB 2.0
- 2 puertos x 10/100/1000Mbps
- Antena para wifi (802.11ac)
- 127.8mm x 126.8mm x 56.8mm

4.4.2.1. Precio:

Este dispositivo tiene un costo de alrededor de los \$199.00 dólares, cuyos gastos adicionales se basan en la compra memoria RAM y disco duro SATA para almacenamiento.

4.4.3. Barebone GigaByte Mini PC

La empresa Gigabyte ha desarrollado un computador compacto desafiando la esencia de cómo definimos una PC de escritorio. El BRIX establece un nuevo estándar para la miniaturización de escritorio que lo hace perfecto como un discreto HTPC/multimedia Hub, un computador de energía ultra-baja para la familia, un PC de oficina o como una unidad de señalización digital. (GIGA-BYTE Technology Co., Ltd., 2015)



Figura 33. GB-BRi3H-8130.

Tomado de (GIGA-BYTE Technology Co., s.f.)

Especificaciones de hardware:

- Características Intel ® Core ™ Dual Core i3-8130U
- Diseño de PC ultra compacto en sólo 0.63 L (46,8 x 112,6 x 119.4 mm)
- Soporta 2,5 "HDD/SSD, 7.0/9.5 mm de espesor (1 x 6 Gbps SATA 3)
- 1 ranura del SSD de x M. 2 (2280)
- 2 ranuras de x SO-DIMM DDR4

- Tarjeta Intel® IEEE 802.11 AC, Dual Band Wi-Fi & Bluetooth 4,2 NGFF M. 2
- HDMI más salidas Mini DisplayPort (muestra de las ayudas duales)
- 2 x USB 3,1 (1 x USB Type-C™)
- 2 x USB 3,0
- Intel Gigabit LAN
- Soporte de montaje de VESA (75 x 75mm + 100 x 100mm)

4.4.3.1. Precio:

Por otra parte, este dispositivo puede ser comprado mediante la empresa M-TEC Ecuador, cuyo precio se encuentra alrededor de los \$489.00 junto como Memoria RAM de 4GB y disco duro SATA de 500GB.

4.4.4. Intel NUC Mini PCs

La empresa Intel, desarrollo su producto NUC desarrollado como una mini PC cuadrada de 4 pulgadas, ajustable a las diferentes necesidades del usuario, operable tanto para entretenimiento, juegos y productividad. Sin embargo, la compañía sacó de igual manera se distribuye una placa personalizable que está lista para aceptar la memoria, el almacenamiento y los sistemas operativos que desee. (Intel, 2017)



Figura 34. Intel® NUC Kit NUC7i5BNH.

Tomado de (Intel, 2017)

Especificaciones de hardware:

- Procesador Intel ® Core ™ i5-7260U (2,2 GHz a 3,4 GHz Turbo, 1 caché de doble núcleo de 4 MB, 15W TDP).
- Gráficos Intel Iris Plus 640.
- 1x HDMI * 2,0 con 4K en 60Hz.
- 3x Thunderbolt puertos con soporte para USB 3.1 y 2.0.
- Hasta 32GB en 2x sockets SO-DIMM de DDR4.
- Un conector M.2 compatible con 22x42 o 22x80 M.2 para SSD.
- Micro SDXC slot.
- 1x SATA3 para conexión a 2,5 "HDD o SSD (hasta 9,5 mm de espesor).
- 1x puerto Intel Gigabit LAN.
- 4x puertos USB 3.0 de alta velocidad.
- 2x puertos USB 2.0.
- Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (802.11ac)

4.4.4.1. Precio:

A pesar de que este producto posee un precio alrededor de los \$300.00, no se ajusta a las necesidades de hardware necesarios con respecto a los puertos Ethernet que posee, de esta manera, el producto que más se adecua a las necesidades es el Intel NUC Kit NUC8i7HNK pero con un elevado precio de \$717.98.



Figura 35. Intel NUC Kit NUC8i7HNK.

Tomado de (Intel, 2017)

4.4.5. Comparación de las soluciones de hardware

De acuerdo con las posibles soluciones anteriormente detalladas se puede realizar el siguiente resumen en la *Tabla 12*.

Tabla 12.

Comparación de las soluciones de hardware.

Solución	CPU	RAM y Datos	Red	Consumo de Energía	Precio
<i>Raspberry Pi 3 Model B+</i>	Broadcom BCM2837 B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz	1GB LPDDR2 SDRAM y Ranura SD para Almacenamiento	2.4GHz y 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN. Y Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300Mbps)	5V/2.5A DC	\$160.00
<i>ZBOX-CI327NA NO</i>	Intel N3450 quad-core 1.1GHz, up to 2.2GHz	Ranura para 1 x 2.5" SATA 6.0 Gbps SSD/HDD Ranura 2 x 204-pin DDR3L-1866 SO-DIMM (Máximo de 8GB)	2 puertos x 10/100/1000Mbps Antena para wifi (802.11ac)	DC 19V/40W	\$199.00
<i>GB-BRi3H-8130</i>	Intel® Core™ Dual Core i3-8130U	4GB RAM y 500GB HD	Intel Gigabit LAN	DC 19V 3.42A	\$489.00

<p><i>Intel® NUC Kit NUC7i5B NH</i></p>	<p>Intel® Core™ i5- 7260U (2,2 GHz a 3,4 GHz Turbo, 1 caché de doble núcleo de 4 MB, 15W TDP).</p>	<p>Hasta 32GB en 2x sockets SO-DIMM de DDR4</p> <p>SATA3 para conexión a 2,5 "HDD o SSD</p>	<p>Intel Gigabit LAN</p> <p>Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (802.11ac)</p>	<p>12-19 VDC</p>	<p>\$300. 00</p>
---	--	---	---	----------------------	----------------------

De esta manera, se puede observar que, aunque la solución de Intel se presenta como una buena solución para el caso, el modelo ofrecido al precio adecuado solo dispone de un solo puerto de Ethernet, negando así su uso para las funcionalidades de necesarias en pfSense, al igual que la solución de GigaByte Technologies.

Por otra parte, la solución de Raspberry pi, se encuentra por debajo de los requerimientos, principalmente en el tema de memoria RAM, requisito importante para tanto las funcionalidades de procesamiento como las de ejecución de ambos sistemas.

Por lo tanto, el sistema de Zotac, específicamente el modelo ZBOX-CI327NANO, se adecua en una primera instancia a los requisitos para la solución.

4.5. Diseño de la solución

Según los requerimientos anteriormente planteados, se busca llegar a una solución con las características que se indican en la Figura 36. En donde se puede observar que bajo la implementación del PROXMOX como ambiente de virtualización, se plantea realizar la creación de dos máquinas virtuales dedicadas para los servicios de telefonía IP (FreePBX) y enrutamiento y seguridad (pfSense)

Figura 36. Diseño de virtualización y red..

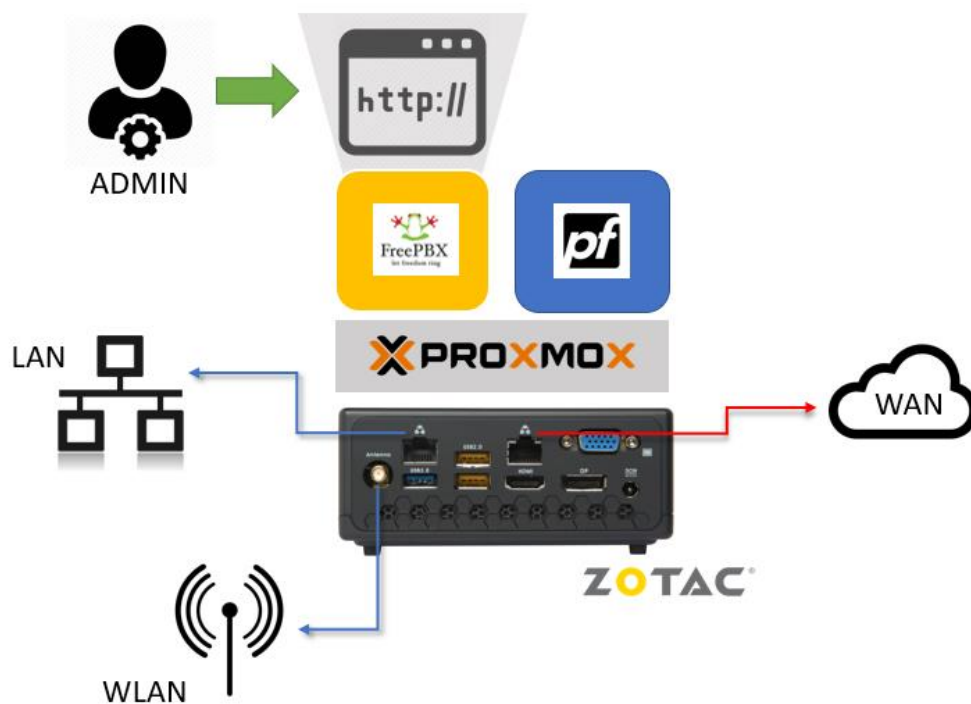


Figura 36. Diseño de virtualización y red.

De igual manera, utilizando tanto los puertos de LAN como la antena para WIFI del equipo Zotac ZBOX nano CI327, brindando una salida de conectividad al internet, un puerto para usuarios y dispositivos alámbricos, y un punto de acceso inalámbrico.

4.5.1. Estimación de costos

Para la correcta implementación de esta solución con respecto a los requisitos tanto de hardware y software solicitados, y los sistemas analizados y apropiados. Se puede llegar a la siguiente estimación de costos presentada en la *Tabla 13*. Cuyos precios fueron evaluados mediante valores de referencia evaluados en el mercado ecuatoriano.

Tabla 13.

Estimación de costos de la solución.

Elemento	Precio
<i>ZBOX nano CI327</i>	\$199.00
<i>Memoria Kingston 4GB DDR3 1Rx8 512M x 64-bit PC3-12800 CL 11 204- Pin SODIMM</i>	\$45.01
<i>DISCO DURO INT SEAGATE 500GB NOTEBOOK 2.5' SATA 5400RPM 128MB 7mm</i>	\$53.22
<i>Proxmox</i>	\$0.00
<i>pfSense</i>	\$0.00
<i>FreePBX</i>	\$0.00
TOTAL:	\$297.23

Con respecto a tiempo estimado de producción 10 horas semanales durante 12 semanas, con un cálculo de 30\$ la hora de desarrollo. El costo de producción tuvo un valor de \$3,600.00.

5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA UNIFICADO BAJO LOS PARÁMETROS ESTABLEDICOS.

5.1. Instalación de los sistemas

Para la preparación de este dispositivo es necesario habilitar dos características importantes que permiten la virtualización sobre el hardware. La imagen de la Figura 37, muestra como cambiar en la BIOS la característica que le permite habilitar la tecnología la virtualización. Mientras que en la Figura 38, se señala el cambio de estado de la tecnología VT-d de Intel que proporciona soporte de hardware para aislar y restringir accesos de dispositivos al propietario de la partición que administra el dispositivo.



Figura 37. Habilitar la tecnología de virtualización de Intel



Figura 38. Habilitar VT-d en la BIOS.

5.1.1. Proxmox VE

La instalación del ambiente de virtualización se realiza de manera general para en esta configuración, en donde se solicitan parámetros de configuración como contraseña de root, huso horario, interfaz y direccionamiento de administración, junto con las opciones de disco como muestra la figura Figura 39. Cuyos cálculos fueron realizados bajo la siguiente ecuación, donde la partición del root es el 10% del tamaño total del disco:

$$\text{minfree} = \frac{\text{hdsiz}e - \text{swapsiz}e - \text{maxroot}}{2} = \frac{120\text{GB} - 4\text{GB} - 12\text{GB}}{2} = 56\text{GB}$$

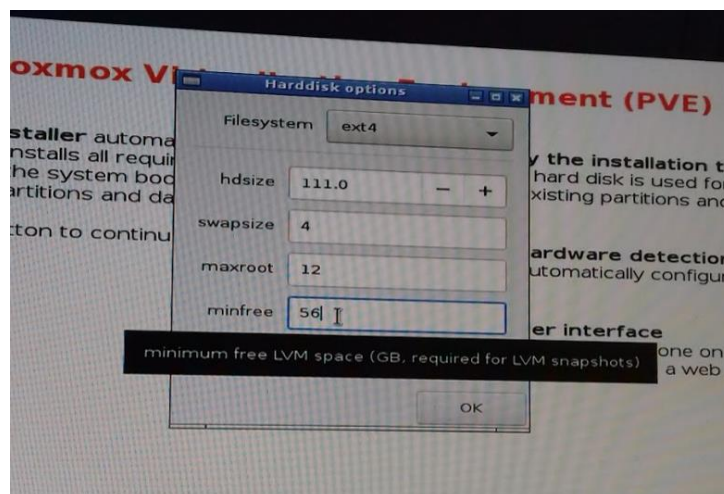


Figura 39. Partición del disco.

Seguidamente de la instalación, al acceder al servidor mediante la dirección 10.3.31.10:8006, se obtiene la interfaz web de configuración que permite la creación de máquinas, sin embargo, primeramente se realizan configuraciones de buenas prácticas del uso de Proxmox VE, como son la creación del disco de backups mostrado en la Figura 40 que permiten el almacenamiento de respaldo de las máquinas virtuales creada, y habilitar el PCI passthrough del CPU Intel para permitir que una máquina virtual sea la controladora de un puerto físico del hardware, para el caso de la interfaz asignada para WAN.

Storage 'backups' on node 'proxmoxVEdevel2' Help

Restore Remove Templates Upload Show Configuration Search:

Name	Format	Type	Size
VZDump backup file (5 Items)			
vzdump-qemu-100-2018_12_11-20_50_45.vma.lzo	vma.lzo	VZDump b...	1.45 GiB
vzdump-qemu-101-2018_12_11-20_54_19.vma.lzo	vma.lzo	VZDump b...	27.89 MiB
vzdump-qemu-102-2018_12_12-11_29_32.vma.lzo	vma.lzo	VZDump b...	534.79 MiB
vzdump-qemu-103-2018_10_17-16_56_38.vma.lzo	vma.lzo	VZDump b...	7.18 GiB
vzdump-qemu-150-2018_10_17-17_07_39.vma.lzo	vma.lzo	VZDump b...	1.25 GiB
ISO image (1 Item)			
pfSense-CE-2.4.4-RELEASE-p1-amd64.iso	iso	ISO image	655.75 MiB

Figura 40. Buenas prácticas de configuración de Proxmox: Creación de backup.

5.1.1.1. Diseño de la red

La configuración mostrada en la siguiente figura (Figura 41) indica que la máquina virtual creada como pfSense2-4-4 se encuentra segmentada de tal manera que pueda observar 4 tarjetas de red, de las se manejan de modo puente con respecto a la segmentación de la *Tabla 14*.

Asimismo, se logra observar que solo el puerto del dispositivo Zotac detallado en el sistema operativo como el: 03:00.0, cuya tarjeta será usada y controlada directamente por el sistema de pfSense, como interfaz de salida a internet.

Virtual Machine 102 (pfSense2-4-4) on node 'proxmoxVEdevel2'

Add Remove Edit Resize disk Move disk Revert

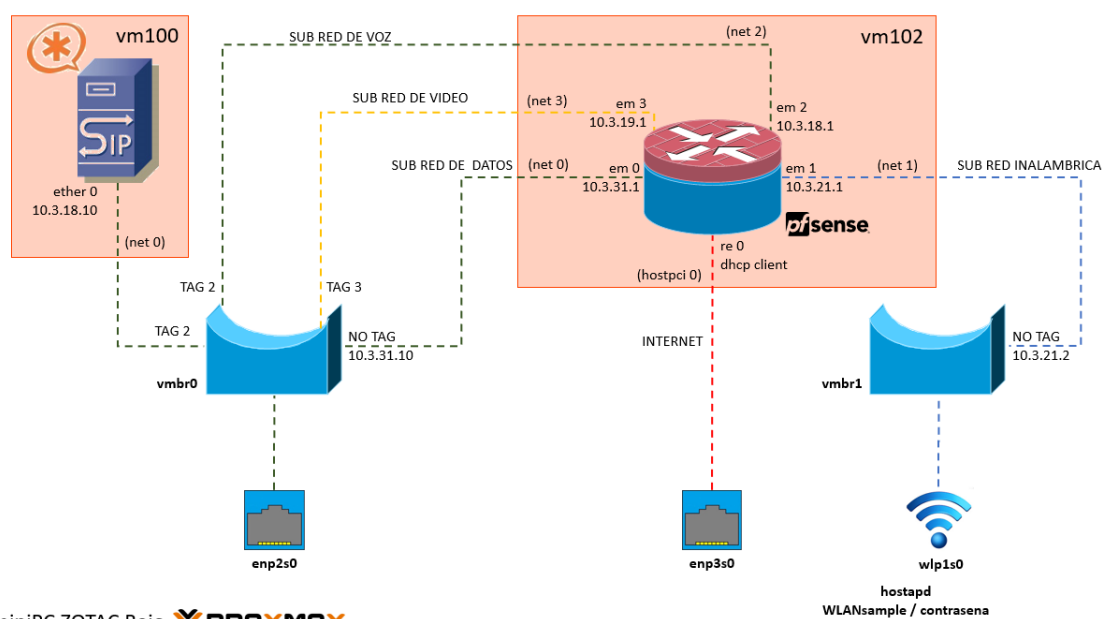
Keyboard Layout	Default
Memory	1.00 GiB/2.00 GiB
Processors	1 (1 sockets, 1 cores)
Display	Default
CD/DVD Drive (ide2)	none,media=cdrom
Hard Disk (scsi0)	local-lvm:vm-102-disk-1,size=8G
Network Device (net0)	e1000=66:1D:DB:C5:B8:BC,bridge=vibr0
Network Device (net1)	e1000=7A:E5:A4:D3:EE:5C,bridge=vibr1
Network Device (net2)	e1000=36:F8:0C:68:4A:46,bridge=vibr0,tag=2
Network Device (net3)	e1000=6E:46:ED:88:6F:43,bridge=vibr0,tag=3
PCI Device (hostpci0)	03:00.0,pcie=1

Figura 41. Panel de configuración de hardware de la VM de pfSense.

Tabla 14.

Segmentación de la red planteada.

Interfaz	Etiqueta	Descripción
Net0	Sin etiqueta	Red LAN sin etiqueta (Datos)
Net1	Sin etiqueta	Red inalámbrica
Net2	2	Red de voz
Net3	3	Red de video
Hostpci0	NA	Internet



miniPC ZOTAC Bajo **PROXMOX**

Figura 42. Diseño de la red virtualizada en Proxmox VE.

5.1.2. pfSense

De la manera en que se muestra en la Figura 41 la máquina creada para este sistema tiene una memoria de 2GB y un disco de 8GB, mientras que la red se segmenta como lo muestra la *Tabla 14*, para iniciar la instalación del sistema.

Seguidamente de la instalación del software se procede a la configuración de las interfaces detectadas, obteniendo de esta manera el siguiente estado mostrados en la Figura 43.

Interfaces			
WAN	↑	1000baseT <full-duplex>	10.3.4.105
DATOS	↑	1000baseT <full-duplex>	10.3.31.1
WIRELESS	↑	1000baseT <full-duplex>	10.3.21.1
VOZ	↑	1000baseT <full-duplex>	10.3.18.1
VIDEO	↑	1000baseT <full-duplex>	10.3.19.1

Figura 43. Interfaces configuradas en pfSense.

Los servicios levantados desde el sistema de pfSense como parte de una configuración inicial se muestran en la Figura 44. Entre los principales se encuentran: Acceso SSH, servidor DHCP, Servidor DNS, Servidor Proxi, NTP, entre otros.

Services Status		
Service	Description	Action
✘ c-icap	ICAP Interface for Squid and ClamAV integration	▶
✘ clamd	ClamAV Antivirus	▶
✔ dhcpd	DHCP Service	↻
✔ dpinger	Gateway Monitoring Daemon	↻
✔ ntpd	NTP clock sync	↻
✔ squid	Squid Proxy Server Service	↻
✔ squidGuard	Proxy server filter Service	↻
✔ sshd	Secure Shell Daemon	↻
✔ syslogd	System Logger Daemon	↻
✔ unbound	DNS Resolver	↻

Figura 44. Servicios configurados en pfSense.

Con respecto a la configuración del Firewall podemos observar en la Figura 45 que no tiene un bloqueo inicial y solo fueron configuradas las reglas de paso para la comunicación de esta red con el resto de ellas. Asimismo, al configurar el firewall se habilita la función de NAT.

Rules (Drag to Change Order)											
<input type="checkbox"/>	States	Protocol	Source	Port	Destination	Port	Gateway	Queue	Schedule	Description	Actions
<input checked="" type="checkbox"/>	0 / 10.01 MiB	*	*	*	DATOS Address	443 80 22	*	*		Anti-Lockout Rule	
<input type="checkbox"/>	0 / 0 B	IPv4 TCP	10.3.18.10	*	10.3.31.1	22 (SSH)	*	none			
<input type="checkbox"/>	0 / 1.17 GiB	IPv4 *	DATOS net	*	*	*	*	none		Default allow LAN to any rule	
<input type="checkbox"/>	0 / 0 B	IPv6 *	DATOS net	*	*	*	*	none		Default allow LAN IPv6 to any rule	

Figura 45. Reglas de Firewall para la red de Datos.

De igual manera, la configuración de filtrado del Proxi fue activada mediante una *blacklist* diseñado por pfSense y que puede ser obtenido bajo el siguiente link: <http://www.shallalist.de/Downloads/shallalist.tar.gz>. Sin embargo, pueden ser modificadas por el usuario desde la GUI de administración, habilitando o deshabilitando las convenientes, incluyendo las que fueron creadas de manera personal para las redes sociales más comunes.

Asimismo, diferentes pruebas han sido realizadas (mostradas en Anexo) para brindar al usuario final una configuración y administración más simple con cambios básicos desde la interfaz final.

5.1.3. FreePBX

La siguiente máquina virtual creada para sistema, consta con 1GB de memoria RAM asignada y 20GB de disco, junto con una sola interfaz de red (net0), anclada al puente vubr0 con etiqueta 2 (Red de Voz) como se muestra en la Figura 46.

Virtual Machine 100 (IPPBX) on node 'proxmoxVEdevel2'

	Add	Remove	Edit	Resize disk	Move disk	Revert
Keyboard Layout						
Memory						
Processors						
Display						
CD/DVD Drive (ide2)						
Hard Disk (scsi0)						
Network Device (net0)						

Figura 46. Máquina virtual de FreePBX.

Luego de la instalación del sistema se accede al sistema mediante la ip 10.3.18.10, cuya interfaz de administración se muestra en la Figura 47 y Figura 48, destacando las funcionalidades y publicidades comerciales brindadas por Sangoma. De esta manera se genera la necesidad de un cambio para limpiar los módulos comerciales incluidos de manera predeterminada.



Figura 47. Interfaz de autenticación inicial de FreePBX.

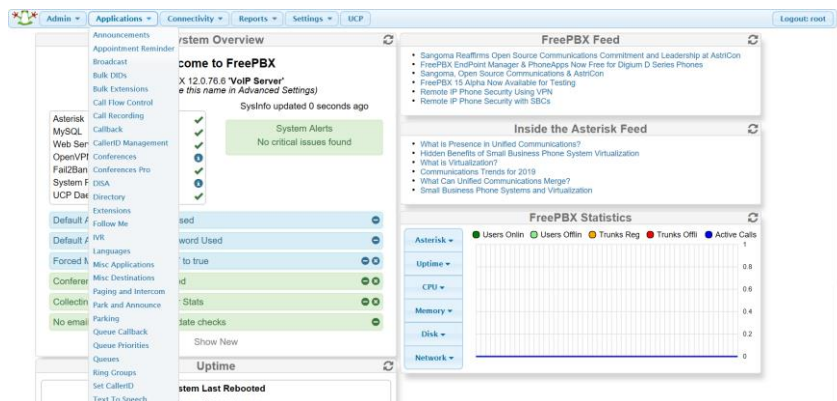


Figura 48. Interfaz inicial de FreePBX.

Para una prueba inicial del sistema, se han configurado las siguientes extensiones funcionales.



Figura 49. Configuración de algunas extensiones en FreePBX.

5.1.4. Rendimiento inicial del sistema.

Asimismo, para evaluar el sistema en general y rendimiento podemos observar en las Figura 50 y Figura 51, los resultados mostrados directamente por los pfSense y FreePBX respectivamente.

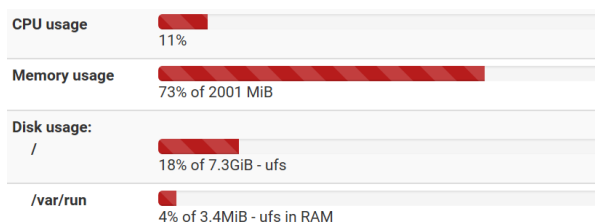


Figura 50. Rendimiento base del sistema pfSense.

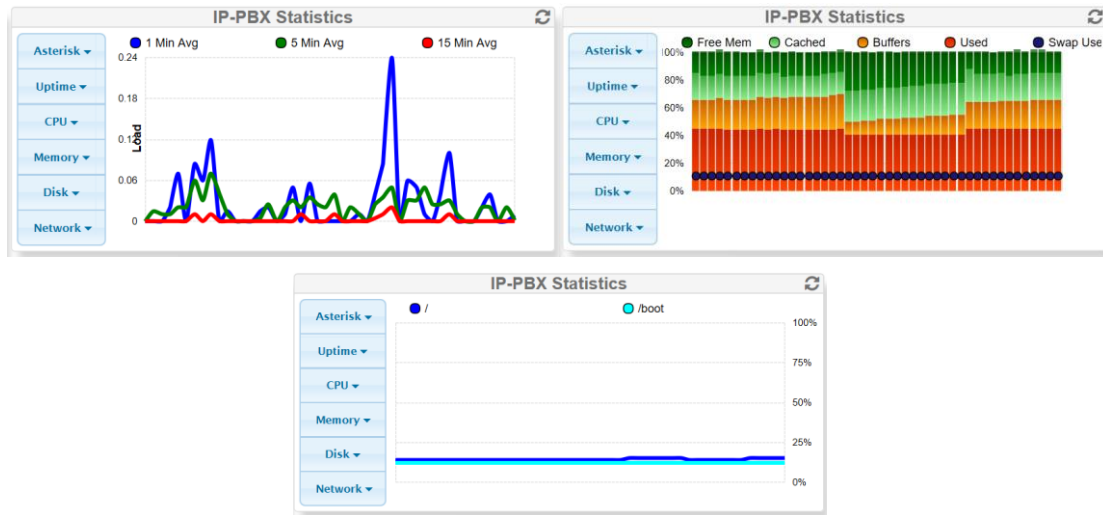


Figura 51. Rendimiento base del sistema FreePBX.

Así, el ambiente de virtualización instalado (Proxmox VE) muestra resultados similares de manera global en las siguientes figuras:

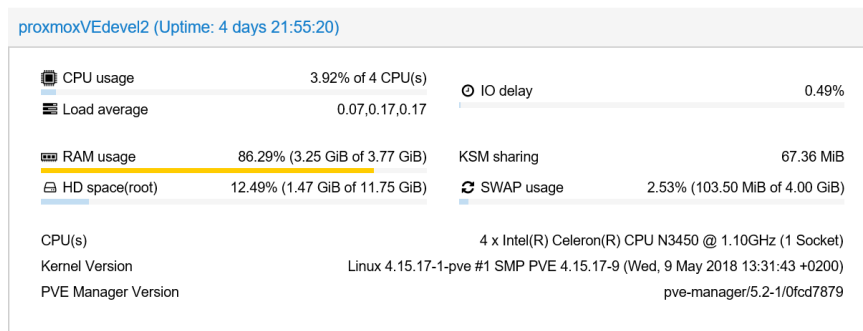


Figura 52. Análisis de rendimiento base global del sistema.

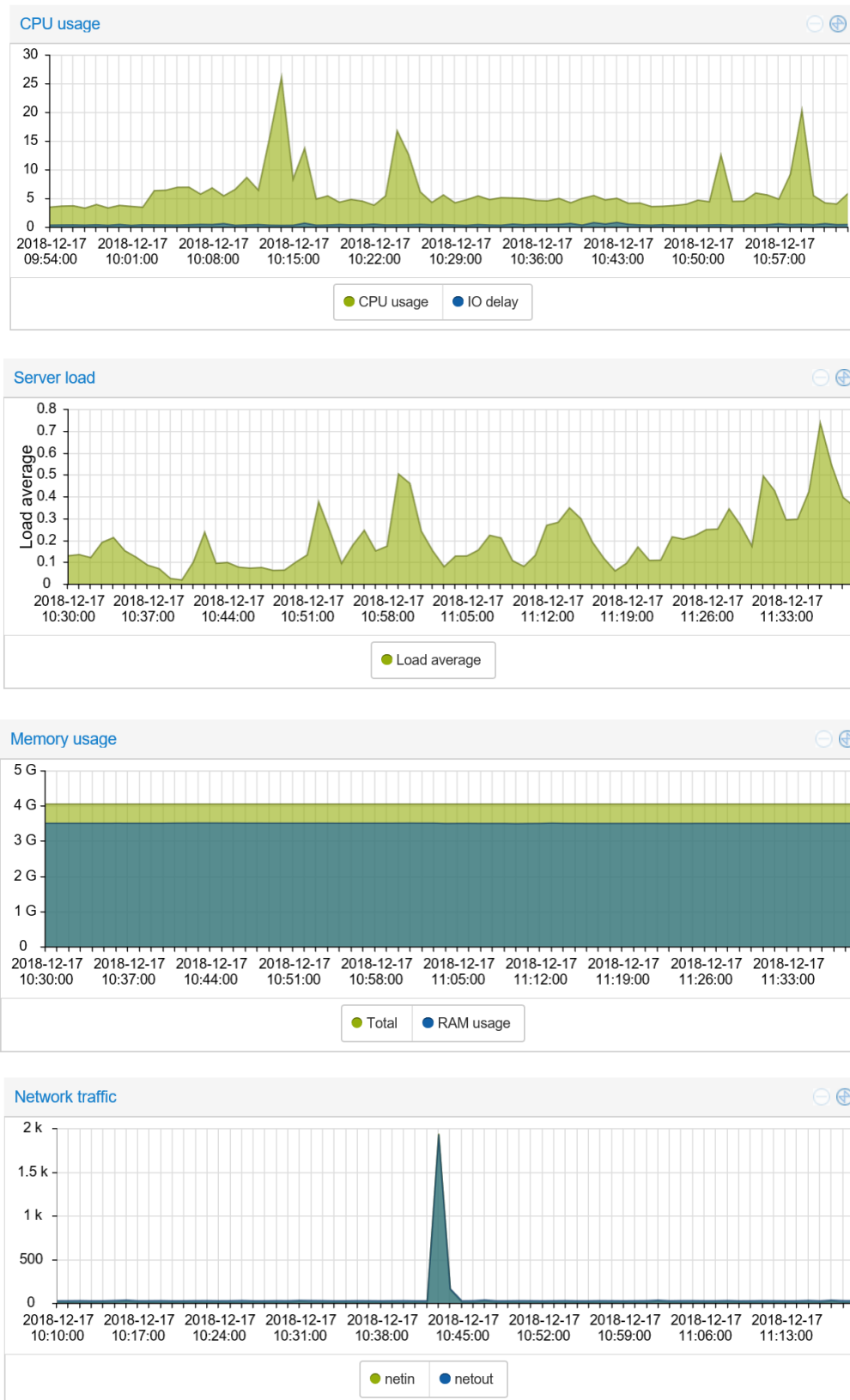


Figura 53. Resultados base de rendimiento del ZBOX.

5.1.5. Comparación de rendimiento en diferente hardware.

Para la prueba de eficiencia y rendimiento de este sistema propuesto, se ha realizado la misma instalación bajo un servidor bajo las características mostradas en la siguiente figura. Debido a que se debe a un servidor de para rack más potente, el rendimiento del sistema tiene una diferencia un tanto notoria como para FreePBX, como para pfSense.

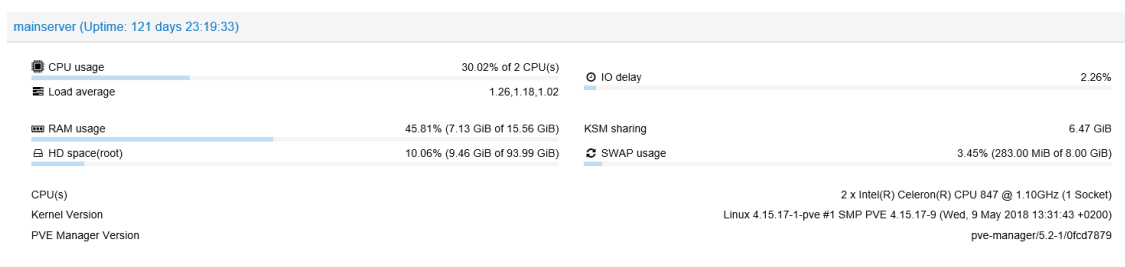


Figura 54. Servidor de prueba.

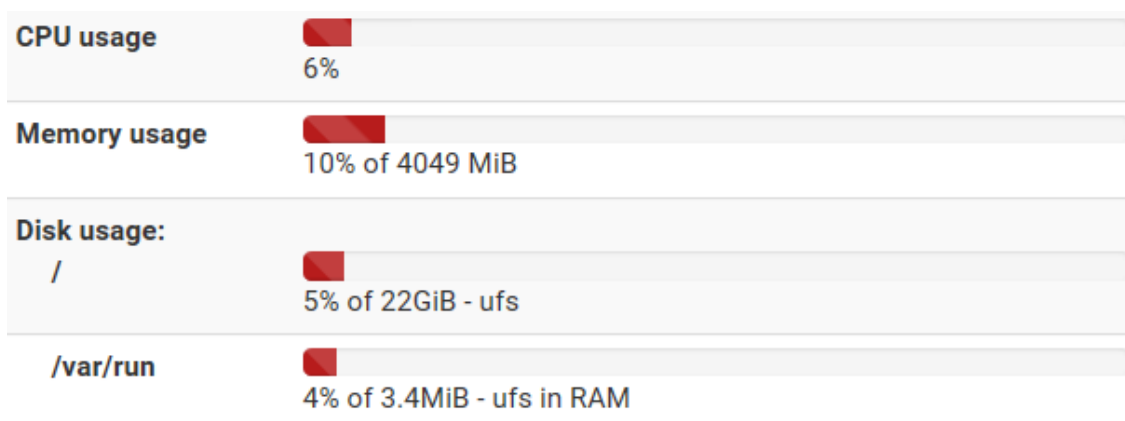
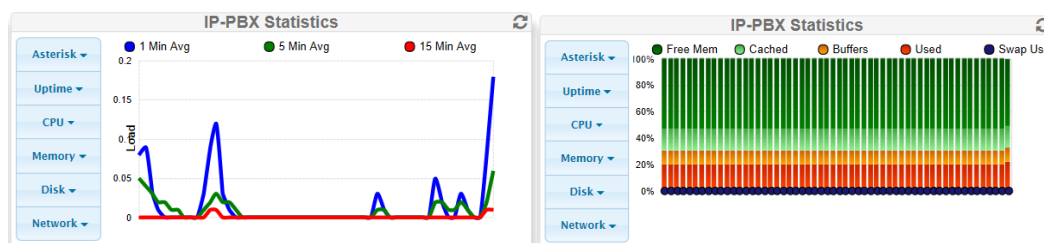


Figura 55. Rendimiento de servidor pfSense bajo un sistema potente.



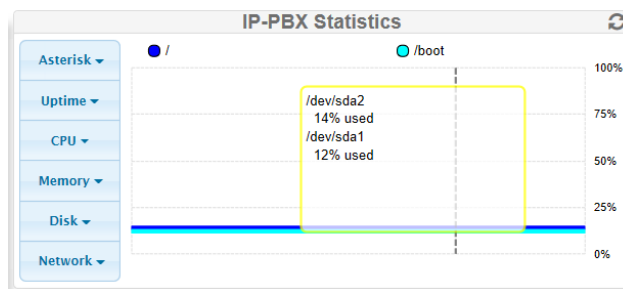


Figura 56. Redimiendo de FreePBX en un hardware más potente.

Según las figuras anteriores, se puede decir que ambos sistemas tienen un nivel de ejecución mucho más resistente bajo medidas más óptimas de hardware, cuya posible solución puede ser implementada para entornos empresariales de mayor presupuesto.

5.1.6. Comparación de rendimiento con respecto a otros sistemas.

Para realizar una comparación inicial de rendimiento de FreePBX y pfSense, se ha realizado la creación e instalación de las siguientes máquinas, Issabel e IPFire respectivamente, bajo los mismos parámetros con los que se configuró el hardware de los primeros sistemas. Obteniendo como resultado los rendimientos de la Figura 61 y Figura 59.

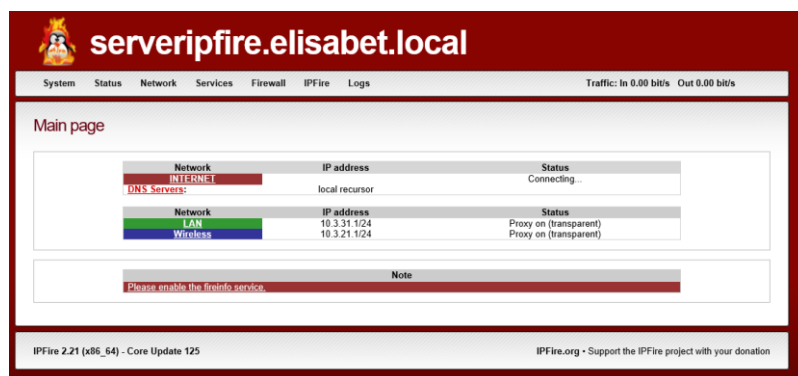


Figura 57. Servidor IPFire.

Services	Status	PID	Memory
CRON Server	RUNNING	2639	1944 kB
DHCP Server	RUNNING	2518	6388 kB
DNS Proxy Server	RUNNING	1549	11336 kB
Intrusion Detection System (BLUE)	STOPPED		
Intrusion Detection System (GREEN)	STOPPED		
Intrusion Detection System (RED)	STOPPED		
Kernel Logging Server	RUNNING	1507	6636 kB
Logging Server	RUNNING	1514	1624 kB
NTP Server	RUNNING	2421	2896 kB
OpenVPN	STOPPED		
Secure Shell Server	RUNNING	3411	400 kB
VPN	STOPPED		
Web Proxy	RUNNING	5114	18404 kB
Web Server	RUNNING	2589	7080 kB

Figura 58. Servicios habilitados en IPFire.



Figura 59. Rendimiento del sistema IPFire.

Virtual Machine 150 (integraCC) on node 'proxmoxVEdevel2'	
Summary	Add Remove Edit Resize disk Move disk Revert
Console	Keyboard Layout Default
Hardware	Memory 512.00 MiB/1.00 GiB
Cloud-Init	Processors 1 (1 sockets, 1 cores)
Options	Display Default
Task History	CD/DVD Drive (ide2) none,media=cdrom
Monitor	Hard Disk (scsi0) local-lvm:vm-150-disk-1,size=20G
Backup	Network Device (net0) virtio=5A:21:00:1B:7C:65,bridge=vibr0,tag=2
Replication	
Snapshots	
Firewall	
Permissions	

Figura 60. Máquina Virtual de Issabel.

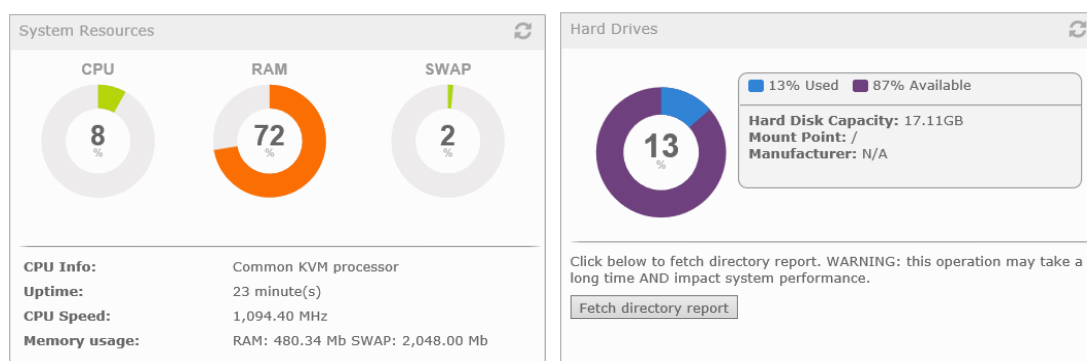


Figura 61. Rendimiento del sistema Issabel.

En relación con el sistema Issabel comparado con el rendimiento de FreePBX, se puede observar que se encuentra estrechamente relacionado debido a ser parte de la gran familia que Asterisk ha desarrollado. Por otra parte, IPFire es un sistema básico con respecto a las funcionalidades que brinda, principalmente con las redes que permite controlar, de esta manera el uso de recursos es menor al desempeñado por pfSense.

5.2. Diseño de GUI de administración

5.2.1. Diseño actual de FreePBX

La distribución FreePBX, como ya se ha explicado en el módulo anterior, funciona bajo el sistema de Asterisk, en la que se brinda un canal de comunicación sencillo y fácil uso para las modificaciones de los diferentes parámetros. De esta manera, FreePBX ejecuta dos tareas fundamentales en la interacción con el administrador de la Central Telefónica.

Primeramente, recaba la configuración deseada por el usuario en una base de datos de configuración independiente, realizando esta actividad mediante la base de datos MySQL.

Seguidamente, convierte esa información almacenada en MySQL en archivos de texto con las configuraciones que Asterisk necesita para su funcionamiento, a través de una herramienta de *parsing* llamada *retrieve_conf*.

Finalmente, de la manera en la que se indica en la Figura 62, la configuración se almacena y se carga en memoria en cada uno de los archivos de configuración propio de Asterisk para recargar el servicio con los cambios realizados.

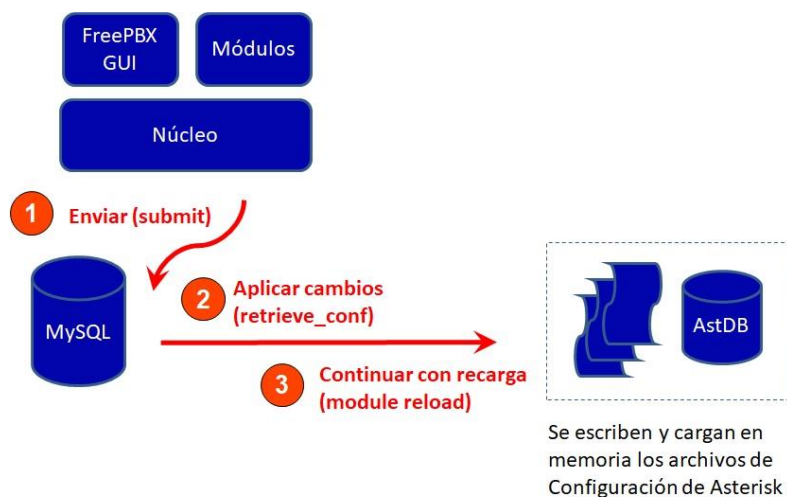


Figura 62. Funcionamiento de FreePBX.

Según lo anterior, se busca en una primera instancia, crear un método de comunicación similar entre el sistema de FreePBX y el servidor pfSense respectivamente virtualizados.

De esta manera, lograr conseguir adicionar un módulo a la GUI web de FreePBX encargado de recibir las configuraciones indicadas por el administrador y almacenarlas de manera interna en su base de datos de MySQL (Paso 1), y seguidamente actualizar los parámetros en el servidor de seguridad (Paso 2 y 3)

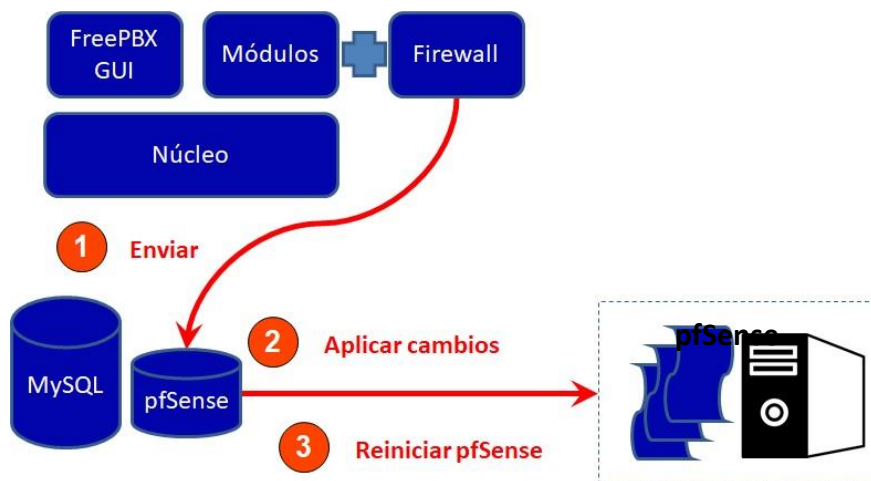


Figura 63. Diseño de comunicación con pfSense bajo el concepto de FreePBX

5.2.2. Configuración de pfSense por comandos

El sistema pfSense tiene la opción de realizar modificaciones en su sistema mediante un Shell PHP diseñada para usar este lenguaje como intermediario para cambios o consultas sobre los parámetros de configuración, como se indica en la Figura 64.

```

*** Welcome to pfSense 2.4.4-RELEASE (amd64) on servidorEli ***
WAN (wan)    -> em0      -> v4/DHCP4: 10.3.4.102/24
LAN (lan)    -> em1      -> v4: 10.3.4.106/24

0) Logout (SSH only)          9) pfTop
1) Assign interfaces          10) Filter Logs
2) Set interface(s) IP address 11) Restart webConfigurator
3) Reset webConfigurator password 12) PHP shell + pfSense tools
4) Reset to factory defaults  13) Update from console
5) Reboot system              14) Disable Secure Shell (sshd)
6) Halt system                15) Restore recent configuration
7) Ping host                  16) Restart PHP-FPM
8) Shell

Enter an option: 12
Starting the pfSense developer shell....
Welcome to the pfSense developer shell
Type "help" to show common usage scenarios.

Available playback commands:
changepassword disablecarp disablecarpmaint disabledhcpd disablefererchec
enableallwallwan enablecarp enablecarpmaint enablesshd externalconfigurator
gatewaystatus generateguicert gitsync installpkg listpkg pfanchofill pftabled
ill removepkgconfig removeshaper resetwebgui restartdhcpd restartipsec svc unis
tallpkg

pfSense shell: help

Enter a series of commands and then execute the set with "exec".

For example:
echo "foo"; // php command
echo "foo2"; // php command
! echo "bar" # shell command
exec

Example commands:
record <recordingfilename>

```

Figura 64. PHP Shell y pfSense Tools para modificaciones.

De igual manera, este archivo .php que permite hacer configuraciones de manera fácil, se encuentra almacenado en el directorio /usr/local/sbin/pfSsh.php, por lo que las modificaciones podrían ser agregadas a un documento .txt y ejecutando de la manera que indica la Figura 65.

```
[2.4.4-RELEASE][admin@servidorEli.telescom.net]/home: cat nombre.txt
$config['system']['hostname']='servidorpfSense';
write_config();
exec;
exit
[2.4.4-RELEASE][admin@servidorEli.telescom.net]/home: /usr/local/sbin/pfSsh.php < nombre.txt
Starting the pfSense developer shell...

Welcome to the pfSense developer shell

Type "help" to show common usage scenarios.

Available playback commands:
  changepassword disablecarp disablecarpmaint disabledhcpd disablereferercheck enableallow
  or gatewaystatus generateguicert gitsync installpkg listpkg pfanchordrill pftabledrill remove
  uninstallpkg

pfSense shell: $config['system']['hostname']='servidorpfSense';
pfSense shell: write_config();
pfSense shell: exec;
pfSense shell: exit
[2.4.4-RELEASE][admin@servidorEli.telescom.net]/home: █
```

Figura 65. Aplicando cambios mediante shell de pfSense.

Al reiniciar sistema se aplican los cambios solicitados (Figura 66)

```
*** Welcome to pfSense 2.4.4-RELEASE (amd64) on servidorpfSense ***

WAN (wan)      -> em0          -> v4/DHCP4: 10.3.4.102/24
LAN (lan)      -> em1          -> v4: 10.3.4.106/24

0) Logout (SSH only)          9) pfTop
1) Assign Interfaces          10) Filter Logs
2) Set interface(s) IP address 11) Restart webConfigurator
3) Reset webConfigurator password 12) PHP shell + pfSense tools
4) Reset to factory defaults  13) Update from console
5) Reboot system              14) Disable Secure Shell (sshd)
6) Halt system                 15) Restore recent configuration
7) Ping host                   16) Restart PHP-FPM
8) Shell

Enter an option: █
```

Figura 66. Cambio de hostname aplicado.

De esta manera, y bajo los comandos adecuados, se requiere crear un script que lea los parámetros almacenados en la base de datos de FreePBX y cree un

archivo .txt con la actualización de la configuración. Seguidamente, mediante conexión remota (SSH) ejecute el archivo pfSsh.php con las nuevas configuraciones.

5.2.2.1. Base de datos para pfSense

Según lo anteriormente planeado, se realizará la creación de la base de datos, en el servidor MySQL de FreePBX, por medio phpMyAdmin.

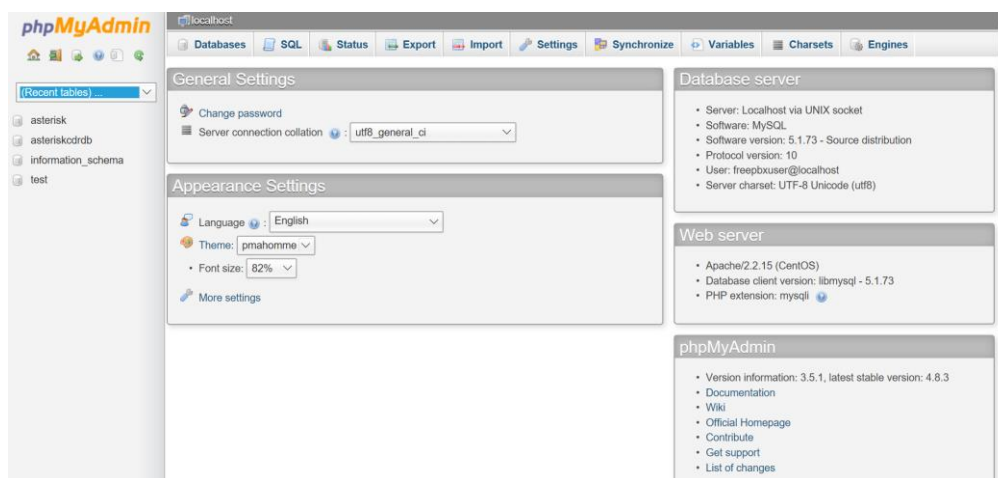


Figura 67. phpMyAdmin de FreePBX.

Para obtener cuales serán los parametros a configurar, se consulta mediante los comandos de la Figura 68, con resultados JSON de cada una de las categorías modificables como lo son las interfaces (Figura 69).

```

pfSense shell: parse_config(true);
pfSense shell: print_r($config);
pfSense shell: exec
Array
(
    [version] => 18.8
    [lastchange] =>
    [system] => Array
        (
            [optimization] => normal
            [hostname] => servidorpfSense
            [domain] => telescom.net
            [dnsserver] => Array
                (
                    [0] => 8.8.8.8
                    [1] => 4.4.4.4
                )
            [dnsallowoverride] => on
        )
)

```

Figura 68. Obtención de los parámetros configurables por pfSense php shell.

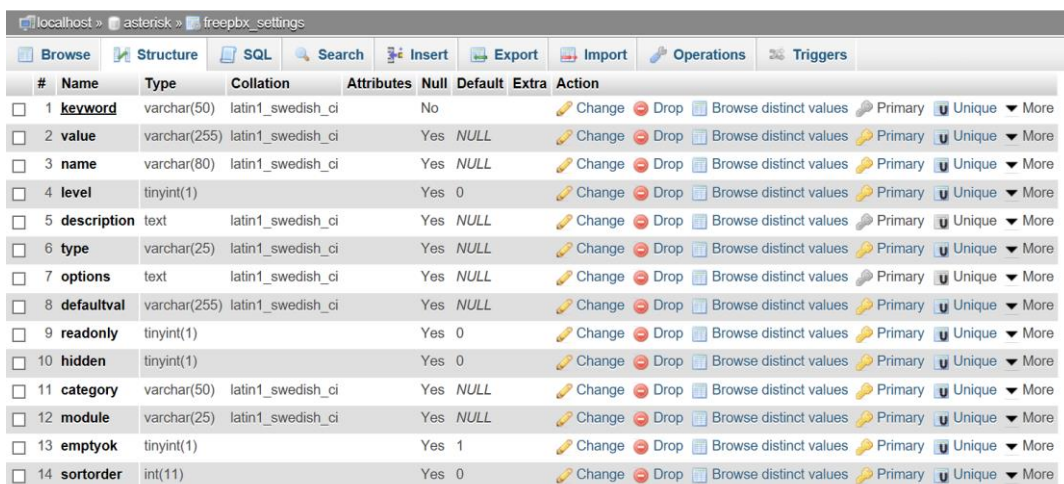
```

[interfaces] => Array
(
    [wan] => Array
    (
        [enable] =>
        [if] => em0
        [ipaddr] => dhcp
        [ipaddrv6] =>
        [gateway] =>
        [blockpriv] => on
        [blockbogons] => on
        [media] =>
        [mediaopt] =>
        [dhcp6-duid] =>
        [dhcp6-ia-pd-len] => 0
        [subnetv6] =>
        [gatewayv6] =>
    )
    [lan] => Array
    (
        [enable] =>
        [if] => em1
        [ipaddr] => 10.3.4.106
        [subnet] => 24
        [ipaddrv6] =>
        [subnetv6] =>
        [media] =>
        [mediaopt] =>
        [track6-interface] => wan
        [track6-prefix-id] => 0
        [gateway] =>
        [gatewayv6] =>
    )
)
)

```

Figura 69. Parámetros configurables de las interfaces de pfSense.

Seguidamente para la creación de las tablas, correspondientes a los valores de pfSense, se seguirá la estructura que poseen las tablas de Asterisk, que permiten construir la GUI web de FreePBX de manera dinámica. (Figura 70)



#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	keyword	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No			Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
2	value	varchar(255)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
3	name	varchar(80)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
4	level	tinyint(1)			Yes	0		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
5	description	text	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
6	type	varchar(25)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
7	options	text	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
8	defaultval	varchar(255)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
9	readonly	tinyint(1)			Yes	0		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
10	hidden	tinyint(1)			Yes	0		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
11	category	varchar(50)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
12	module	varchar(25)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
13	emptyok	tinyint(1)			Yes	1		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More
14	sortorder	int(11)			Yes	0		Change Drop Browse distinct values Primary Unique More

Figura 70. Estructura de una tabla en Asterisk.

Cada una de las columnas posee la siguiente descripción sobre un parámetro en específico, como lo indica la *Tabla 15*.

Tabla 15.

Descripción de las funcionalidades de las columnas de las tablas en la base de Asterisk

Columna	Descripción
Keyword	Nombre del parámetro para el nombre de la variable en su controlador html
Value	Valor del parámetro
name	Nombre a mostrar
Level	Nivel de ejecución
Description	Descripción de la funcionalidad del parámetro
type	Tipo de dato aceptable
options	Posibles opciones a mostrar (Ej: Lista desplegable)
Defaultval	Valor por default.
readonly	Posibilidad de alterar el valor
hidden	Permitividad de mostrar el valor del parámetro
category	Categoría a la que pertenece
module	Modulo en FreePBX al que pertenece
emptyok	Posibilidad de valor nulo
sortorder	Orden descendente.

5.2.2.2. Script de actualización desde FreePBX

De esta manera, como se señala en la sección anterior. Se ha diseñado y desarrollado un script actualizar.sh que permite leer la configuración almacenada en las tablas MySQL de FreePBX y escribirla en lenguaje php en un archivo .txt para luego mediante SSH tener los parámetros de entrada correctos para realizar el cambio.

La Figura 71, muestra la lectura de los datos directamente de la tabla “pfSense_system” para luego crear un archivo “ejemplo.txt” que es entrada para la ejecución del pfSsh.php en el servidor de pfSense.

```
#!/bin/bash
user="freepbxuser"
pass="freepbx12345678"

declare -a pinIDs=( $(mysql -u $user -p$pass -D test -e "SELECT keyword, value from pfSense_system";) )

printf 'parse_config(true);\n' > ejemplo.txt

cnt=${#pinIDs[@]}
for (( i=2 ; i<cnt ; i=i+2 ))
do
printf "\$config[system][\"${pinIDs[$i]}\"]=\"${pinIDs[$i+1]}\";\n" >> ejemplo.txt
done
printf "write_config();\n" >> ejemplo.txt
printf "exec\n" >> ejemplo.txt
printf "exit\n" >> ejemplo.txt
sshpass -p 'freepbx12345678' ssh admin@10.3.4.106 '/usr/local/sbin/pfSsh.php' < ejemplo.txt;
```

Figura 71. Script de actualización de parámetros de configuración básicos de pfSense.

5.2.2.3. Diseño de modulo en web GUI de FreePBX

Todo el diseño que la página web de configuración de FreePBX es generado de manera dinámica, mediante la lectura de los archivos ubicados en “/var/www/html/admin”. Primeramente, es ejecutado el archivo index.php que redirecciona de manera directa al archivo config.php.

Luego de cargar los datos básicos de la página se procede a ejecutar una lectura de todos los módulos agregados en la tabla “asterisk.modules” e ubicados en directorio “/var/www/html/admin/modules”, como se muestra en la Figura 72.

/var/www/html/admin/				
Name	Size	Changed	Rights	Owner
..		8/20/2018 7:40:04 PM	rwxr-xr-x	asterisk
views		6/4/2018 4:31:14 PM	rwxrwxr-x	asterisk
modules		11/28/2018 1:21:15 PM	rwxrwxr-x	asterisk
libraries		6/4/2018 4:31:09 PM	rwxrwxr-x	asterisk
images		8/21/2018 4:32:16 PM	rwxrwxr-x	asterisk
i18n		6/4/2018 4:31:34 PM	rwxrwxr-x	asterisk
helpers		6/4/2018 4:31:09 PM	rwxrwxr-x	asterisk
cxpanel		6/4/2018 4:46:43 PM	rwxrwxrwx	asterisk
assets		8/20/2018 7:40:22 PM	rwxrwxr-x	asterisk
page.modules.php	50 KB	6/4/2018 4:37:44 PM	rwxrwxr-x	asterisk
module-builtin.xml	1 KB	6/4/2018 4:37:44 PM	rwxrwxr-x	asterisk
index.php	1 KB	6/4/2018 4:37:44 PM	rwxrwxr-x	asterisk
functions.inc.php	21 KB	6/4/2018 4:37:44 PM	rwxrwxr-x	asterisk
config.php	23 KB	6/4/2018 4:37:44 PM	rwxrwxr-x	asterisk
bootstrap.php	11 KB	6/4/2018 4:37:44 PM	rwxrwxr-x	asterisk
ajax.php	2 KB	6/4/2018 4:37:44 PM	rwxrwxr-x	asterisk

Figura 72. Conexión SFTP al servidor FreePBX. Directorio de los archivos de la GUI web.

De esta manera, en la carpeta Modules, es necesario ingresar la configuración del nuevo módulo que permitirá la configuración de pfSense desde FreePBX.

/var/www/html/admin/modules/firewall/				
Name	Size	Changed	Rights	Owner
..		11/28/2018 1:21:15 PM	rwxrwxr-x	asterisk
page.settings.php	1 KB	11/29/2018 11:16:46 AM	rwxrwxr-x	asterisk
module.xml	1 KB	11/28/2018 2:53:29 PM	rwxrwxr-x	asterisk
functions.inc.php	7 KB	11/29/2018 12:34:55 PM	rwxrwxr-x	asterisk

Figura 73. Directorio del módulo de pfSense.

La figura anterior (Figura 73), Muestra los diferentes archivos que involucrados en la creación del módulo de configuración. Entre los principales se encuentra el archivo “module.xml”, quien posee las configuraciones directas de la pestaña que será adicionada, así como parámetros de relaciones, información, versión, entre otros, como se muestra en la Figura 74.

```

<module>
  <rawname>firewall</rawname>
  <name>Firewall</name>
  <version>2.11.1.0</version>
  <publisher>Zaida Alvarez</publisher>
  <changelog>
    *2.11.1.0* Version Inicial
  </changelog>
  <description>
    This module provides a facility to chat configuration of pfSense functions.
  </description>
  <type>tool</type>
  <category>Firewall</category>
  <menuitems>
    <settings sort="1">Settings</settings>
    <rules sort="2">Firewall Rules</rules>
    <nat sort="3">NAT</nat>
    <dhcp sort="4">DHCP</dhcp>
    <interfaces sort="5">Interfaces</interfaces>
  </menuitems>
</module>

```

Figura 74. Archivo XML de creación del módulo de pfSense

Por otra parte, cada uno de los *menuitems* creados es configurado mediante un archivo que debe ser nombrado como “page.nombre_del_item.php”. Quien genera la configuración básica y directamente utiliza al archivo “functions.inc.php” con configuraciones de GUI y procesos internos del sistema.

De esta manera, entre las principales funciones se encuentra la función *firewall_settings_configpageload()* (Figura 75) que se encarga de agregar a la GUI los diferentes elementos como son las etiquetas, cajas de textos o de selección con los valores actuales, permisos, opciones y mensaje de definición o sugerencias, entre otros, que son recolectados de una consulta directa a la tabla “pfSense_system” (Figura 76) cuyos columnas fueron definidas en la *Tabla 15*.

```

function firewall_settings_configpageload() {
    global $currentcomponent;
    extract($_REQUEST);
    $idappart = 'Settings';
    if (configpageload($idappart)) {
        $section = $idappart.'Options';
        $settings = firewall_settings_getAll();
        if (is_array($settings) && count($settings) > 0) {
            for ($i = 0; $i < count($settings); $i++) {
                if ($settings[$i]['hidden'] == 0) {
                    if ($settings[$i]['type'] == 'text') {
                        $currentcomponent->addquies($section, new_gui_textbox($settings[$i]['keyword'], $settings[$i]['value'], $settings[$i]['name'], $settings[$i]['description'], 'isEmpty()', 'Please enter a valid '.$settings[$i]['name']));
                    }
                    if ($settings[$i]['type'] == 'bool') {
                        $item = 'bool';
                        $currentcomponent->addquies($section, $currentcomponent->addquies($item, $settings[$i]['value'], $settings[$i]['name'], $settings[$i]['description'], false));
                        $currentcomponent->addquies($item, 'off', 'off');
                        $currentcomponent->addquies($item, 'off', 'off');
                        $currentcomponent->addquies($section, new_gui_selector($settings[$i]['keyword'], $currentcomponent->getquiesList('bool', $settings[$i]['value'], $settings[$i]['name'], $settings[$i]['description'], false)); //ForK
                    }
                    if ($settings[$i]['type'] == 'select') {
                        $item = 'select';
                        $currentcomponent->addquies($section, $currentcomponent->addquies($item, $settings[$i]['value'], $settings[$i]['name'], $settings[$i]['description'], false)); //ForK
                        //options
                        $currentcomponent->addquies($section, new_gui_selector($settings[$i]['keyword'], $currentcomponent->getquiesList('bool', $settings[$i]['value'], $settings[$i]['name'], $settings[$i]['description'], false)); //ForK
                    }
                }
            }
        }
    }
}

function firewall_settings_configprocess() {
    firewall_configprocess($firewall_settings_add, $firewall_settings_del, $firewall_settings_edit);
}

```

Figura 75. Configuración inicial y de carga de la página settings.

keyword	value	name	level	description	type	options	defaultval	readonly	hidden	category	module	emptyok	so
optimization	on	Optimization	NULL	NULL	bool	NULL	NULL	0	0	Settings	Firewall	0	
hostname	serverpfSense3	Hostname	NULL	Name of the firewall host, without domain part	text	NULL	NULL	0	0	Settings	Firewall	0	
domain	telescom.net	Domain	NULL	These will not network correctly if the router use...	text	NULL	NULL	0	0	Settings	Firewall	0	
dnserver0	8.8.8.8	DNS Server 1	NULL	NULL	text	NULL	NULL	0	0	Settings	Firewall	0	
dnserver1	4.4.4.4	DNS Server 2	NULL	NULL	text	NULL	NULL	0	0	Settings	Firewall	0	
dnsallowoverride	on	DNS allow override	NULL	Allow DNS server list to be overridden by DHCP/PPP...	bool	NULL	NULL	0	0	Settings	Firewall	0	

Figura 76. Datos de la tabla pfSense_system.

Asimismo, al abrir la web del servidor, se puede observar la agregación del módulo “Otro” con las algunas de las configuraciones de Firewall, como lo muestra la Figura 77 con la opción de *Settings*.

Change Settings

- Settings Options

Optimization

Hostname

Domain

DNS Server 1

DNS Server 2

DNS allow override

Figura 77. Resultado de la carga automática de los elementos de la pestaña Settings.

5.2.3. Diseño final de la GUI de administración

Para el resultado final de desarrollo de la webGUI se han desarrollado el módulo “Others” con funcionalidades como muestra la siguiente figura, como lo son los parámetros básicos y de las interfaces, reglas de Firewall, servicios de DHCP, Bloqueo de URL, Servicios de Nat Port Forward, todos modificados directamente desde la web de administración integrada y cambios directos en el servidor pfSense.

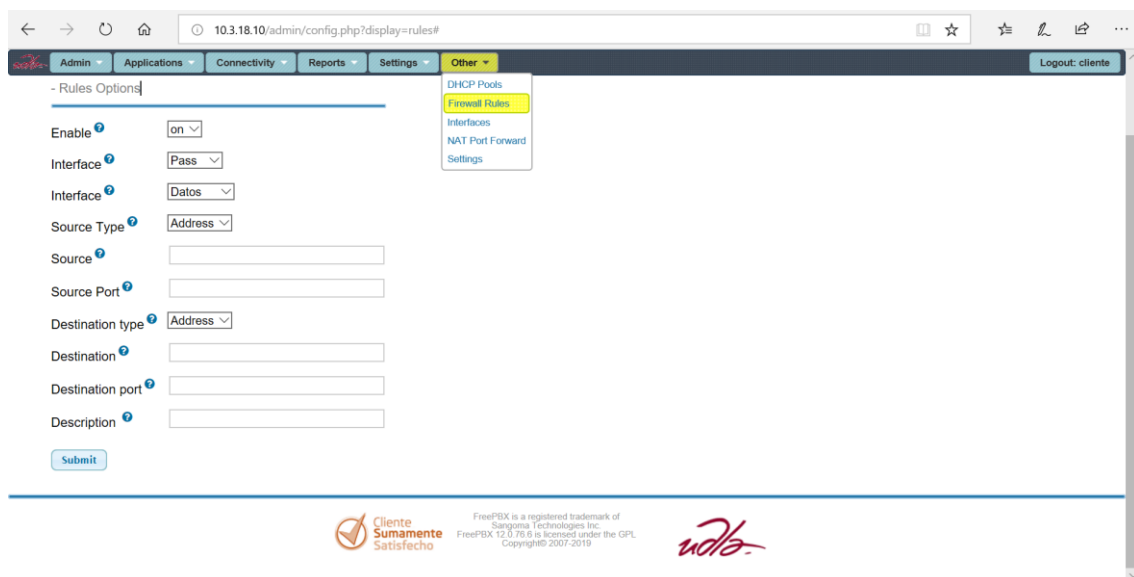


Figura 78. Interfaz final de administración integrada.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Según lo analizado en el presente proyecto, se evidencia que aun cuando se han desarrollado y posicionado diferentes soluciones, tanto para el ámbito de seguridad de la red como centrales telefónicas mediante IP, existe un área de integración desconocida o aun no implementada de manera comercial por parte de las principales compañías de ambos ámbitos, tanto para sistemas de código abierto o restrictivo.

Además, según los resultados de las encuestas realizadas, la falta de presupuesto destinado para la implementación de soluciones en el área de tecnología, de en su mayoría de las pequeñas empresas de Ecuador, ha generado un rechazo hacia el mismo, aun así, cuando existe conocimiento de sus ventajas y de los requisitos mínimos necesarios que podrían aumentar la eficiencia laboral.

Por otra parte, uno de los elementos importantes que resaltan con respecto a diseño e implementación de la solución planteada, está basado en la búsqueda de dos soluciones que no solo puedan cumplir con las funcionalidades deseadas, sino que deban ser compatibles o accesible una mediante la otra, para generar la integración correcta.

En este caso, el sistema de funcionamiento de FreePBX para la interacción con los archivos y configuraciones de Asterisk generó una base para la solución desarrollada, manteniendo de esta manera una interacción constante y respaldo adicional de las configuraciones específicas de pfSense desde el sistema PBX.

Ambas configuraciones iniciales del sistema fueron desarrolladas bajo las buenas prácticas recomendadas por las comunidades de ambos sistemas.

La solución desarrollada ha demostrado un rendimiento aceptable para pequeñas empresas, bajo los requerimientos de seguridad, principalmente

bloqueo de tráfico, en comparación con sistemas similares evaluados en el mismo hardware. Con respecto al aumento del uso de memoria se debe a que el sistema Asterisk que actúa en FreePBX, copia su lógica de plan de marcado en la RAM para su ejecución, consumiendo así la mayoría de este recurso.

Asimismo, servicios brindados por pfSense como el ClamAV antivirus, destacó la necesidad de aumento de procesador del CPU de ZBox ya que generó un alto uso del procesador al ser activado, por lo que se inhabilitó su uso para la presente solución.

En relación con los sistemas operativos escogidos para esta solución, la comparación de ejecución con respecto a FreePBX e Issabel, demuestra que ambas mantienen una realización estrecha al estar desarrollados bajo el sistema de Asterisk.

Por otra parte, la solución de Firewall de IPFire representa a un sistema básico y limitado en relación a sus funcionalidades, en consecuencia, la necesidad de recursos de hardware está por debajo de los requeridos por pfSense, cuyas características son superiores y de mayor escalabilidad.

Esta solución plantada estima unos gastos alrededor de los \$300.00 según el mercado ecuatoriano, sin contar gasto de configuración inicial y desarrollo. Manteniéndose dentro de los resultados mostrados por las encuestas en donde se estima un precio por debajo de los \$400.00.

De igual manera, su pequeño tamaño le permite no solo ocupar poco espacio, sino poder ser versátil al momento de ser ubicado en cualquier ambiente de la compañía, acompañado con un bajo consumo de energía en comparación a sistemas de mayor tamaño, consumiendo alrededor de los 40w.

Asimismo, la configuración y mantenimiento de los servicios de manera unificada brindan al usuario final un control global de cómoda comprensión y manipulación de ser necesaria en cualquier momento.

Las funcionalidades implementadas en la configuración inicial de esta solución, permiten no solo asegurar los perímetros de la red, sino en cambio, enfocan al personal a optimizar su tiempo en su labor principal dentro la compañía, dejando a un lado distracciones (negando el acceso a páginas web seleccionadas), rompiendo las barreras de la ubicación física de los empleados (mediante una red privada virtual para usuarios remotos) y aumentando la comunicación tanto interna como externa dentro de la compañía (central telefónica mediante IP).

Finalmente, la implementación de esta solución en las pequeñas empresas del Ecuador, no solo se encuentra bajo el presupuesto de las compañías, sino que brinda una mejora al automatizar procesos que aumentarían la productividad de los empleados.

6.2. Recomendaciones

Para el despliegue de una implementación en un cliente, se recomienda realizar una configuración previa tanto del sistema de telefonía como el sistema de seguridad, acompañado de una transferencia de conocimientos al cliente para que éste pueda realizar los ajustes finos de manera sencilla y fácil.

La elección del sistema hardware debe estar basado en lo disponible en el mercado ecuatoriano y estimar de costos para su integración. Asimismo, los diferentes dispositivos de hardware solicitados como el disco de almacenamiento y la memoria RAM, requieren de compatibilidad con la placa escogida.

Se requiere de una validación previa con respecto a las necesidades de procesamiento de cada uno de los módulos que serán habilitados. Para de esta manera funcionalidades como ClamAV puedan ser configuradas sin causar sobreuso de las capacidades del hardware.

Es necesaria la evaluación previa del entorno empresarial de implementación del sistema, para de esta manera considerar ajustes en el diseño de la red, como puede ser la segmentación en subredes.

Para el uso de diferentes dispositivos en el ambiente empresarial que necesiten de conexiones alámbricas, se recomienda el uso de un pequeño switch adicional conectado en el puerto LAN del Zotac.

Es recomendado la creación de respaldos de las máquinas virtuales generadas antes la aplicación de cambios de gran impacto para así obtener una recuperación inmediata ante fallos.

Existen diferentes mecanismos para el bloqueo del acceso a Internet, por lo que se recomienda evaluar el escenario de implementación para seleccionar el método apropiado entre los disponibles: filtrado en el firewall, mediante uso de DNS, o servidor Proxy.

La escalabilidad del sistema está intrínsecamente vinculado al hardware, a mejor hardware mayores prestaciones en los servicios telefonía IP (aplicaciones de Centros de Llamadas) o de Seguridad (Antivirus en línea). Sin embargo, el aumento de las capacidades del hardware aumenta el costo de la solución.

REFERENCIAS

- 3CX. (s.f.). *¿Qué es un Central Telefónica PBX?* Recuperado el 10 de Octubre de 2018, de Central Telefónica PBX basada en Software de Estándares Abiertos 3CX: <https://www.3cx.es/voip-sip/central-telefonica-pbx/>
- 3CX. (2017). *Elastix*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de Elastix: <https://www.elastix.org/>
- About the Kali Linux Distribution*. (2016). Recuperado el 25 de Octubre de 2018, de Kali Linux: <https://www.kali.org/about-us/>
- Ávila, Aguilera y Solano. (2017). *Las TIC en la formulación entratética de las pymes de Santiago de Cali-Colombia*. Recuperado el 22 de April de 2018
- Ávila, Aguilera y Solano. (2017). *Las TIC en la formulación estratégica de las pymes de Santiago de Cali – Colombia*. Recuperado el 22 de abril de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v13n1/1900-3803-entra-13-01-00102.pdf>
- Black Box Network Services. (2004). *Types of Firewall*. Recuperado el 15 de Octubre de 2018, de Black Box - Network Connectivity Provider - UK and Ireland: <https://www.blackbox.co.uk/gb-gb/page/28186/Resources/Technical-Resources/black-box-explains/Security/Types-of-Firewall>
- Canonical Ltd. (s.f.). *The story of Ubuntu*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de Ubuntu: <https://www.ubuntu.com/about>
- Cisco. (s.f.). *¿Qué es la seguridad de la red?* Recuperado el 21 de Noviembre de 2018, de Cisco: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/what-is-network-security.html>
- Cisco. (2012). *Cisco RV110W Wireless-N VPN Firewall*. Recuperado el 20 de abril de 2018, de Cisco: https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/rv110w-wireless-n-vpn-firewall/data_sheet_c78-660141.html
- Cisco. (2017). *Las PyMES deben entender la digitalización*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de Cisco: https://www.cisco.com/c/es_ec/solutions/small-business/articles/smb-

must-
understand.html?ccid=cc000611&dtid=&oid=pstxa005169&KEYCOD
E=DIGITALIZACION&cisco.com%20homepage%20spotlight=cisco.c
om%2bhomepage%2bspotlight&mx=mx&CiscoStart=CiscoStart&Pro
motionsBla

Cisco. (2018). *Cisco ASA with FirePOWER Services Data Sheet*. Recuperado el 25 de Octubre de 2018, de Cisco: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/security/asa-5500-series-next-generation-firewalls/datasheet-c78-733916.html>

Cisco. (s.f.). *CNNA Security*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2018, de Cisco Network Academy: <https://www.netacad.com/>

Cisco. (s.f.). *Small Business PBX: The Basics*. Recuperado el 10 de Octubre de 2018, de Cisco: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/small-business/resource-center/unified-communications/small-business-pbx.html>

Cisco Systems, Inc. (s.f.). *About Cisco*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de Cisco: <https://www.cisco.com/c/en/us/about.html>

Cisco. (s.f.). *What Is a Firewall?* Recuperado el 21 de Noviembre de 2018, de Cisco: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html>

Colaboradores de KVM. (7 de Noviembre de 2016). *Página principal*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2018, de https://www.linux-kvm.org/index.php?title=Main_Page&oldid=173792

Debian. (s.f.). *1.2. ¿Qué es GNU/Linux?* Recuperado el 21 de Noviembre de 2018, de Debian.org: <https://www.debian.org/releases/stable/arm64/ch01s02.html.es>

Deciso B.V. (2015). *OPNsense*. Recuperado el 12 de Octubre de 2018, de OPNsense: <https://opnsense.org/>

Digium, Inc. (2016). *Asterisk Official Site*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de Asterisk Official Site: <https://www.asterisk.org>

El Telégrafo. (2018). *Pymes visualizan con optimismo el 2018*. Recuperado el 20 de abril de 2018, de

<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/pymes-visualizan-con-optimismo-el-2018>

GIGA-BYTE Technology Co., Ltd. (2015). *Mini-PC Barebone (BRIX)*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de GIGABYTE USA: <https://www.gigabyte.com/us/Mini-PcBarebone>

Grupo Enroke. (2015). *¿Qué necesitas para hacer crecer tu negocio?* Recuperado el 21 de Octubre de 2018, de Grupo Enroke: <http://www.grupoenroke.com/index.php/proyecto-pymes/46-que-son-las-%20pymes>

INEC. (2015). *Empresas y TIC*. Recuperado el 22 de abril de 2018, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Tecnologia_Inform_Comun_Empresas-tics/2015/2015_TICEMPRESAS_PRESENTACION.pdf

INEC. (2017). *Ecuador registró 843.745 empresas en 2016*. Recuperado el 22 de abril de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/ecuador-registro-843-745-empresas-en-2016/>

Intel. (2017). *Intel | Data Center Solutions, IoT, and PC Innovation*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2018, de Intel NUC Kit NUC7i5BNH: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/boards-kits/nuc/kits/nuc7i5bnh.html>

Issabel. (2017). *Issabel*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de Issabel: <https://www.issabel.org/>

Issabel, LLC. (s.f.). *ISS UCR Entry*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2018, de Issabel: <https://www.issabel.com/iss-ucr-entry/>

Méndez, L. (2017). *3 componentes críticos para crear tu primera red empresarial*. Recuperado el 22 de abril de 2018, de <https://gblogs.cisco.com/la/3-componentes-criticos-para-crear-tu-primera-red-empresarial/>

Microsoft. (2016). *Hyper-V Technology Overview*. Recuperado el 30 de Octubre de 2018, de Windows IT Pro Center: <https://docs.microsoft.com/es-es/windows-server/virtualization/hyper-v/hyper-v-technology-overview#how-to-get-hyper-v>

National Cyber Security Centre. (2017). *Requirements for IT Infrastructure*. Recuperado el 21 de Octubre de 2018, de National Cyber Security

Centre: <https://www.cyberessentials.ncsc.gov.uk/requirements-for-it-infrastructure.html>

Proxmox Server Solutions GmbH. (2017). *Open-Source Virtualization Platform*. Recuperado el 1 de Octubre de 2018, de Proxmox: <https://www.proxmox.com/en/proxmox-ve>

RASPBERRY PI FOUNDATION. (s.f.). *ABOUT US*. Recuperado el 25 de Octubre de 2018, de Raspberry Pi Foundation: <https://www.raspberrypi.org/about/>

Red Hat, I. (s.f.). *What is open source?* Recuperado el 21 de Noviembre de 2018, de OpenSource.com: <https://opensource.com/resources/what-open-source>

Red Hat, Inc. (2017). *Fedora's Mission and Foundations*. Recuperado el 25 de Octubre de 2018, de Fedora: <https://getfedora.org/es/>

Rubicon Communications, LLC . (s.f.). *SG-1000 microFirewall*. Recuperado el 1 de Octubre de 2018, de Netgate: <https://www.netgate.com/solutions/pfsense/sg-1000.html>

Rubicon Communications, LLC (Netgate). (2015). *pfSense*. Recuperado el 14 de Octubre de 2018, de pfSense: <https://www.pfsense.org/>

Rubicon Communications, LLC (Netgate). (s.f.). *Learn About the pfSense Project*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de pfSense: <https://www.pfsense.org/about-pfsense/>

Rubicon Communications, LLC. (s.f.). *SG-3100 Firewall Appliance*. Recuperado el 1 de Octubre de 2018, de Netgate: <https://www.netgate.com/solutions/pfsense/sg-3100.html>

Sangoma. (2017). *PBXact 25, Ideal for Small Businesses*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2018, de Sangoma Technologies Corporation: <https://portal.sangoma.com/marketing/resources/1786/Sangoma%20Corporate/Datasheets/PBXact-25-Datasheet-web.pdf>

Sangoma. (2018). *About Sangoma Technologies Corporation*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2018, de Sangoma Technologies Corporation: www.sangoma.org

- Sangoma Technologies. (2015). *FreePBX*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de FreePBX: <https://www.freepbx.org/>
- Sangoma Technologies. (s.f.). *Sistema de teléfono comercial PBXact*. Recuperado el 22 de junio de 2018, de <https://www.sangoma.com/products/pbxact/>
- Santos, M. (2014). *Los requerimientos para crear una red local en su oficina*. Recuperado el 22 de abril de 2018, de <http://www.enter.co/guias/tecnoguias-para-empresas/los-requerimientos-para-crear-una-red-local-en-su-oficina/>
- Software in the Public Interest, Inc. (2018). *Acerca de Debian*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de Debian: <https://www.debian.org/intro/about#what>
- SOPHOS. (2018). *Sophos SG Series Desktop Appliances*. Recuperado el 1 de Octubre de 2018, de Sophos SG Series Appliances: <https://www.sophos.com/en-us/medialibrary/pdfs/factsheets/sophos-sg-series-appliances-brna.pdf>
- Sophos. (s.f.). *Sophos UTM Essential Firewall*. Recuperado el 22 de junio de 2018, de <https://www.sophos.com/en-us/products/free-tools/sophos-utm-essential-firewall.aspx>
- Stallings, W. (2004). Fundamentos de seguridad en redes: aplicaciones y estándares. En W. Stallings, *Fundamentos de seguridad en redes: aplicaciones y estándares* (págs. 1-22). Madrid: Pearson Educación, S.A. Recuperado el 11 de Noviembre de 2018
- The IPFire Project. (2018). *IPFire*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2018, de IPFire: <https://www.ipfire.org>
- Untangle, Inc. (2017). *Untangle NG Firewall*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de Untangle: <https://www.untangle.com>
- Van Auken, P. y Howard, E. (1993). *A factor analytic study of the perceived causes of small business failure*. Iowa: Iowa State University. Recuperado el 22 de Junio de 2018
- Vinet, J., & Griffin, A. (2017). *Arch Linux*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2018, de Arch Linux: <https://www.archlinux.org/>

VMware, Inc. (2014). *Virtualization*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2018, de Virtualization Technology & Virtual Machine Software: <https://www.vmware.com/solutions/virtualization.html>

VMware, Inc. (2017). *vSphere*. Recuperado el 30 de Octubre de 2018, de VMware: <https://www.vmware.com/latam/products/vsphere.html>

ZOTAC International (MCO) Limited. (2016). *ABOUT*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de ZOTAC: <https://www.zotac.com/ec/about>

ZOTAC International (MCO) Limited. (2017). *NANO-CI327*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de ZOTAC: https://www.zotac.com/ec/product/mini_pcs/ci327-nano

ZyXEL. (2015). *Unified Security Gateway*. Recuperado el 22 de abril de 2018, de https://www.zyxel.com/products_services/Unified-Security-Gateway-USG40-40W-60-60W/

ANEXOS

Datasheet de los elementos:

Intel® NUC Kit NUC7i5BNH:

POWER, CAPABILITIES, AND PERFORMANCE IN FOUR INCHES SQUARE

Highlighted Features

- 1 7th generation Intel® Core™ i5-7260U processor
- 2 Intel® Iris™ Plus Graphics 640
- 3 Two DDR4 SO-DIMM sockets (up to 32 GB, 2133 MHz)
- 4 1x SATA3 port for connection to 2.5" HDD or SSD (NUC7i5BNH)
- 5 M.2 slot with flexible support for a 42 or 80 mm M.2 SSD
- 6 Intel® Optane™ Memory ready (NUC7i5BNH)
- 7 Intel® Dual Band Wireless-AC 8265 and Bluetooth® 4.2
- 8 Back panel DC power connector (12-19V)
- 9 One full-size HDMI® 2.0 display port supporting 8 channel audio (7.1 surround sound)
- 10 Intel® Gigabit LAN
- 11 Two USB 3.0 ports on the back panel
- 12 Thunderbolt™ 3 port with support for USB® 3.1 gen 2, DisplayPort® 1.2 and 40 Gb/s Thunderbolt
- 13 Kensington lock support
- 14 Support for user-replaceable third-party lids
- 15 Micro SD card slot
- 16 Consumer infrared sensor
- 17 Two USB 3.0 ports (including one charging port) on the front panel
- 18 Front panel headphone/microphone jack
- 19 Front panel power button
- 20 Dual-array front microphones
- 21 Multi-color front panel LED ring



NUC7i5BNH



NUC7i5BNK

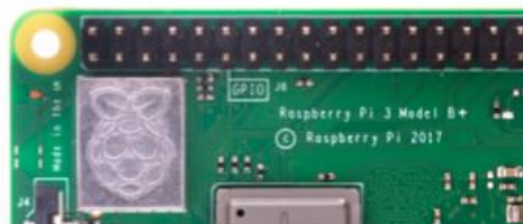
Raspberry Pi 3 Model B+:

Raspberry Pi 3 Model B+

2

Specifications

Processor:	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memory:	1GB LPDDR2 SDRAM
Connectivity:	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE ■ Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300 Mbps) ■ 4 x USB 2.0 ports
Access:	Extended 40-pin GPIO header
Video & sound:	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1 x full size HDMI ■ MIPI DSI display port ■ MIPI CSI camera port ■ 4 pole stereo output and composite video port
Multimedia:	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
SD card support:	Micro SD format for loading operating system and data storage
Input power:	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5V/2.5A DC via micro USB connector ■ 5V DC via GPIO header ■ Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature, 0–50 °C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b+
Production lifetime:	The Raspberry Pi 3 Model B+ will remain in production until at least January 2023.



ZBOX-CI327NANO:

ZOTAC
MINI PC

ZBOX CI327 NANO

SKU: ZBOX-CI327NANO-BE/J/U/K/AUS

Enjoy silent computing in a palm-sized form factor with the ZOTAC ZBOX CI327 nano Mini PC featuring a passive-cooled chassis that enables fanless cooling to eliminate noise. A powerful Intel quad-core processor provides performance for daily web browsing, e-mail checking, productivity and multimedia tasks across up to three displays. Integrated 802.11ac Wi-Fi and dual Gigabit Ethernet ensure lightning-fast wired and wireless network connectivity.





4K
HD



802.11 AC
WiFi



TRIPLE DISPLAY
SUPPORT



SDXC CARD
READER



DUAL
GIGABIT LAN






TECHNICAL SPECIFICATIONS

PASSIVE COOLED

FEATURES <ul style="list-style-type: none"> • Passive cooling • Intel Clear Video HD technology • Intel Quick Sync Video technology • Native 4K output (H.265, H.264 decode) • Microsoft DirectX 12 compatible • 802.11ac WiFi & Bluetooth 4.2 • HDCP compliant 	HARD DRIVE & MEMORY <ul style="list-style-type: none"> • 1 x 2.5-inch SATA 6.0 Gbps HDD/SSD • 2 x DDR3L-1866 SODIMM Slot (up to 8GB) 	FRONT PORTS <ul style="list-style-type: none"> • Power Button • 3-in-1 card reader (SD/SDHC/SDXC) • 1 x USB 3.0 Type-C, 1 x USB 3.0 • WiFi LED • Hard drive LED • Power LED 	DISPLAY OUTPUTS <ul style="list-style-type: none"> • HDMI 2.0 (3840x2160 @ 60Hz), VGA (1920x1080 @ 60Hz) • DisplayPort 1.2 (4096x2304 @ 60Hz)
SPECIFICATIONS <ul style="list-style-type: none"> • Intel HD Graphics 500 • Intel N3450 Processor (quad-core 1.1 GHz, up to 2.2 GHz) 	REAR PORTS <ul style="list-style-type: none"> • Wi-Fi antenna connector • 1 x USB 3.0, 2 x USB 2.0 • 2 x 10/100/1000 Ethernet (RJ45) • Power connector 	SOFTWARE COMPATIBILITY <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 10 64-bit 	
AUDIO OUTPUTS <ul style="list-style-type: none"> • Digital 8 Channel Loss-less Bitstream (via HDMI) • Analog Stereo In / Out 	INSIDE THE BOX <ul style="list-style-type: none"> • ZOTAC ZBOX CI327 nano • Power adaptor and cable • VESA monitor mount (w/4 screws) • Wi-Fi antenna • Support DVD • User Manual • Quick Guide 	MINI PC DIMENSIONS <ul style="list-style-type: none"> • Length: 127.8mm (5.03in) • Width: 105.8mm (4.17in) • Height: 55.8mm (2.20in) 	BOX DIMENSIONS <ul style="list-style-type: none"> • Length: 235mm (9.25in) • Width: 235mm (9.25in) • Height: 88mm (3.46in)



For more information please visit:
ZOTAC.COM

*Extended warranty exclusions may apply based on country/region.

©2017 ZOTAC International (MCO) Ltd. All rights reserved. All company and/or product names may be trade names, trademarks and/or registered trademarks of the respective owners with which they are associated. Features, pricing, availability and specifications are subject to change without notice. ZOTAC International (MCO) Limited does not warrant the accuracy, completeness or reliability of information, materials and other items contained on this website or server. No liability is assumed with respect to the use of the information contained herein. When accessing this website, users acknowledge that ZOTAC International (MCO) Limited will not be liable in any event for any damages arising out of the use of this site or any websites linked to it.

PBXact 25:

About Sangoma

Sangoma Technologies Corporation, is a trusted leader in delivering globally scalable Voice-Over-IP telephony systems, both on-site and cloud-based.

As the communication landscape evolves and businesses invest in new strategies to provide effective communications, Sangoma Technologies is your trusted partner; delivering Unified Communications solutions for SMBs, Enterprises, OEMs, Carriers, and service providers.

Sangoma's globally scalable offerings include both on-site and cloud-based business communication systems, SIP trunking, IP Phones, Gateways, Session Border Controllers and Telecom Interface Cards. Together, these provide seamless connectivity between traditional infrastructure and new technologies. Businesses can achieve enhanced levels of collaboration, productivity and ROI by partnering with Sangoma.

Founded in 1984, Sangoma Technologies Corporation is publicly traded on the TSX Venture Exchange (TSX VENTURE: STCI).

Become a Sangoma Partner

Provide your customers with outstanding VoIP and Unified Communications quality products that deliver industry-leading value. As an Empowered by Sangoma Partner, you'll get the help you need to grow your business and the incentives you want to make it easy to win sales.

Discover more at:
Sangoma.com/partner-program

General Features:

- Unlimited auto-attendant / IVR
- Flexible time-based call routing
- Class of Service
- User management and group creation
- Fax Pro – unlimited inbound / outbound fax-to-email
- Hunt / Ring groups with pre-call announcement
- Music-on-hold
- Voicemail-to-email
- Voicemail blasting
- Directory
- Customizable announcements
- Built-in multi-language IVR, voicemail and announcements
- Multi-language admin GUI and end user device support (UCP and IP phones)
- Calling queues (ACD/IVR)
- Built-in calendar used for call-based routing (Holiday and office hours routing)
- Enhanced timezone support
- Call Recording Reports
- Call logging interface
- Secure communications (SRTP/TLS)

Call Features:

- Unlimited conference bridge & control
- Follow me / Find me calling
- HotDesking
- Intercom
- Enhanced Paging (Page Pro): Valet style, scheduled with custom recording
- Call Parking / Call Pickup
- Caller-ID
- Do-not-disturb
- Call Forward
- Call Waiting
- Call History and CDR
- Speed Dial
- Caller Blacklist
- Multi-parking lot (Park Pro)

Unified Communications:

- End User Control Panel (Dashboard):
 - Conference rooms
 - Voicemail control
 - WebRTC phone with chat
 - IP Phone programmable button customization (EPM for UCP)
 - Fax dashboard
 - Call forwarding, call-waiting, DND and follow-me control
- Presence
- Zulu UC Desktop Integration
- Desktop softphone (Windows & Mac): call, team chat, fax, SMS, presence
- Click-to-Call from browser, email client and CRM
- Screen-Pop for helpdesk and CRM
- Mobile Client
 - iOS/Android Support
 - Presence Control

- CRM Integration
 - SugarCRM, SuiteCRM, SalesForce, Zoho, ConnectWise
 - Click-to-call, call history, call recording, screen-pop

Telephone Features:

- Built-in Auto-Provisioning with redirect service (Included with Sangoma IP Phones)
- EndPoint Manager – centralized tool for IP phone provisioning for customization and configuration (Included with Sangoma IP Phones)

Call-Center Features (Built-in):

- Call Queuing (ACD)
- Advanced Ring Strategies
- Caller Announcement
- Agent wrap-up time
- Max- Queue callers
- CRM Integration
- Call Recording

Licensed Add-ons (Additional Fee):

- XactView Wallboard – user status view and call control
- Queue – call center statistics, barging, call-override, advanced call-center reporting
- EndPoint Manager for non-Sangoma Phones
- Professional greetings
- Queue call-back for inbound callers
- Web Call-back
- Outbound campaign (Call-center feature)
- Appointment Reminder
- Outbound Call Limiting
- Hotel Property Management

Protocol Support:

- SIP V1/V2, IAX2

Codec Support:

- Software
 - ulaw, alaw, gsm, g.722, g.726, slin, ilbc and *g.729
- May impact overall call capacity
 *P6Xact 14 and above

Hardware:

- 4x GB Ethernet ports
- 1x VGA
- 3x USB ports
- 1x serial console (RJ45)
- Unit dimensions
 - 127 x 127 x 50mm (WxDxH)
- Unit weight
 - 68kgs (1.5lbs)
- External universal AC/DC power brick

100 Renfrew Drive, Suite 100, Markham ON L3R 9R6 Canada
 ☎ +1 905 474 1990 or 1 800 388 2475 (toll free in N. America) ✉ sales@sangoma.com

Sangoma.com © 2017 Sangoma Technologies Proprietary - Every effort has been made to ensure accuracy of this document. Due to ongoing improvements and revisions, Sangoma reserves the right to make changes without notice.

 **SANGOMA**
 TECHNOLOGIES
sangoma.com

ISS Entry UCR:



Issabel

Appliances

Small Business Servers

BEST SELLER!

Tiny And Powerful Server For Business Communications

Equipped with two dual core 1.58GHz Intel processor, the ISS Entry UCR Series supports up to 110 extensions and 60 concurrent calls (with recording feature enabled). Its two (up to three) Gigabit Ethernet ports and two USB interfaces in the back panel, makes the ISS Entry UCR Series, one of the most popular and compact among the market.

Using only up to 14W of power and a flash hard drive, ISS Entry UCR Series are sustainable with low energy consumption and no moving parts.

Analog or BRI digital connectivity is available for ISS Entry UCR Series. You can choose one of the several options to meet your needs.

1


60


110




• 8 FXO • 4 FXO • 4 GSM

 – Concurrent Calls  – Extensions

Learn more at:

www.issabel.com

CONFIGURATION FOR ISS Entry UCR Series

ISS Entry UCR	VoIP Appliance SMB (Base unit)
ISS Entry UCR-4FX	VoIP Appliance SMB (Base unit) – 4-port analog interface for Entry UCR
ISS Entry UCR-8FX	VoIP Appliance SMB (Base unit) – 8-port analog interface for Entry UCR
ISS Entry UCR-8FXEC	VoIP Appliance SMB (Base unit) – 8-port analog interface for Entry UCR w/EC
ISS Entry UCR-1E1T1	VoIP Appliance SMB (Base unit) – 1-port E1/T1/J1 interface for Entry UCR
ISS Entry UCR-1E1T1EC	VoIP Appliance SMB (Base unit) – 1-port E1/T1/J1 interface for Entry UCR w/EC
ISS Entry UCR-4GSM	VoIP Appliance SMB (Base unit) – 4-channel GSM interface for Entry UCR

Technical Specification

HARDWARE	OPERATION SPECIFICATIONS	PHYSICAL SPECIFICATIONS
<ul style="list-style-type: none"> • CPU: 2 Core Intel Celeron Dual Core N2807 1.58GHz • RAM: 2 GB DDR3L (Default) Up to 4GB DDR3L • 1st Hard Drive : 16 GB mSATA SSD • Network Interfaces: Up to 3 Ethernet Channels (10/100/1000Mbps Speed) • VGA: 1 • USB Ports: 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Operation Voltage: 12VDC, 2.33 A • 1 PCIe Expansion Slot • Redundant power supply NO • LCD NO • Fan NO • Rack mountable NO • Warranty: 1 Year 	<ul style="list-style-type: none"> • Height 5.6 cm • Width 18.1 cm • Depth 16.3 cm • Weight 920g <hr/> <p>Issabel LLC. ISSABEL MEXICO +52 (55) 1164 7616</p>

Configuración y prueba de Nat Port Forward:

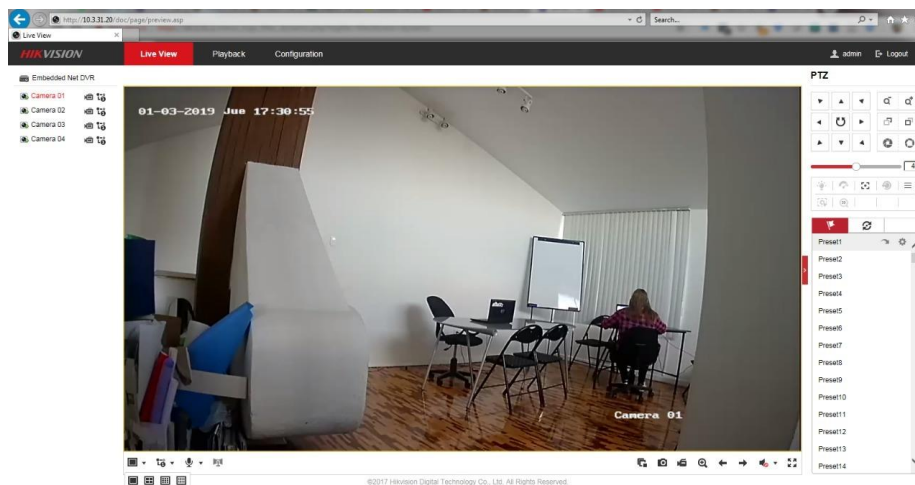
Firewall / NAT / Port Forward

Port Forward 1:1 Outbound NPT

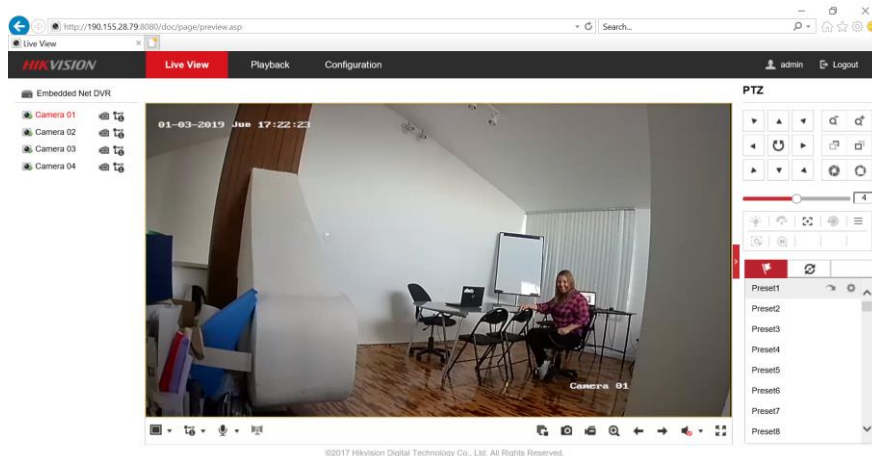
Rules											
<input type="checkbox"/>	Interface	Protocol	Source Address	Source Ports	Dest. Address	Dest. Ports	NAT IP	NAT Ports	Description	Actions	
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> DATOS	TCP/UDP	*	*	*	53 (DNS)	127.0.0.1	53 (DNS)	DNS Redirect		
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> WIRELESS	TCP/UDP	*	*	*	53 (DNS)	127.0.0.1	53 (DNS)	DNS Redirect		
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> VOZ	TCP/UDP	*	*	*	53 (DNS)	127.0.0.1	53 (DNS)	DNS Redirect		
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> VIDEO	TCP/UDP	*	*	*	53 (DNS)	127.0.0.1	53 (DNS)	DNS Redirect		
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> WAN	TCP	*	*	WAN address	8080	10.3.31.20	80 (HTTP)	Port Forwarding DVR		

Add
 Add
 Delete
 Save
 Separator

Desde la LAN:



Desde la WAN:



Configuración de SquidGuard y pruebas:

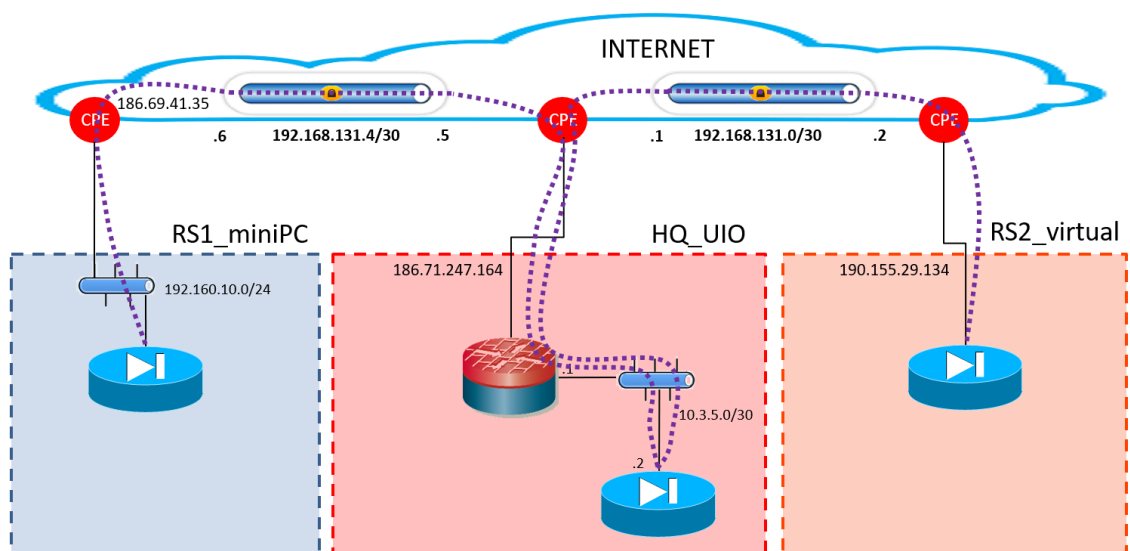
Deshabilitada en horario de oficina



Habilitado en fuera de horario de oficina:



Estado de los túneles OpenVPN y pruebas en una red simulada
intercomunicada por Quagga OSPFd:






Not secure | https://10.3.47.1/status_ovpnvpn.php

ofSense
COMMUNITY EDITION

System ▾ Interfaces ▾ Firewall ▾ Services ▾ VPN ▾ Status ▾ Diagnostics ▾ Help ▾

Status / OpenVPN

Client Instance Statistics

Name	Status	Connected Since	Local Address	Virtual Address	Remote Host	Bytes Sent/Received	Service
ovpn Tunnel to HQ UIO UDP4	up	Thu Jan 3 16:50:45 2019	192.168.0.101:10905	192.168.131.2	186.71.247.164:8296	4.33 MiB / 10.07 MiB	  




Not secure | https://10.3.31.1/status_ovpnvpn.php

ofSense
COMMUNITY EDITION

System ▾ Interfaces ▾ Firewall ▾ Services ▾ VPN ▾ Status ▾ Diagnostics ▾ Help ▾

Status / OpenVPN

Client Instance Statistics

Name	Status	Connected Since	Local Address	Virtual Address	Remote Host	Bytes Sent/Received	Service
ovpn Tunnel to HQ UIO UDP4	up	Thu Jan 3 16:29:30 2019	190.155.28.79:33467	192.168.131.6	186.71.247.164:8297	14.33 MiB / 5.65 MiB	  







Not secure | https://10.3.7.3/status_ovpnvpn.php

ofSense
COMMUNITY EDITION

System ▾ Interfaces ▾ Firewall ▾ Services ▾ VPN ▾ Status ▾ Diagnostics ▾ Help ▾

Status / OpenVPN

Peer to Peer Server Instance Statistics

Name	Status	Connected Since	Virtual Address	Remote Host	Bytes Sent / Received	Service
ovpnServer_RemoteSite2 UDP4:1196	up	Thu Jan 3 16:50:45 2019	192.168.131.1	186.69.41.35	157 KiB / 136 KiB	  
ovpnServer_RemoteSite1 UDP4:1197	up	Thu Jan 3 16:29:30 2019	192.168.131.5	190.155.28.79	1.42 MiB / 4.42 MiB	  

Quagga OSPF Routes

```

----- OSPF network routing table -----
N IA 10.3.2.0/24      [20] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N IA 10.3.3.0/24      [30] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N IA 10.3.4.0/24      [30] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N IA 10.3.7.0/24      [20] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N IA 10.3.15.0/24     [30] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N 10.3.18.0/24       [10] area: 0.0.0.255
                    directly attached to em2
N 10.3.19.0/24       [10] area: 0.0.0.255
                    directly attached to em3
N 10.3.21.0/24       [10] area: 0.0.0.255
                    directly attached to em1
N 10.3.31.0/24       [10] area: 0.0.0.255
                    directly attached to em0
N 10.3.34.0/24       [30] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N 10.3.35.0/24       [30] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N 10.3.36.0/24       [30] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N 10.3.47.0/24       [30] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N 192.168.131.1/32   [30] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N 192.168.131.2/32   [20] area: 0.0.0.255
                    via 192.168.131.5, ovpn1
N 192.168.131.5/32   [10] area: 0.0.0.255
                    directly attached to ovpn1

----- OSPF router routing table -----
R 192.168.131.1      [10] area: 0.0.0.255, ABR
                    via 192.168.131.5, ovpn1

----- OSPF external routing table -----

```