



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

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

TEMA
DESPLIEGUE DE LOS SERVICIOS
TELEMÁTICOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS DE LA UTN SOBRE LA NUBE DE RED CEDIA

AUTOR: ROJAS ROJAS CRISTIAN MARCELO
DIRECTOR: MSC. EDGAR ALBERTO MAYA OLALLA

IBARRA – ECUADOR

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DEL CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD	100300018-7
APELLIDOS Y NOMBRES	Rojas Rojas Cristian Marcelo
DIRECCIÓN	Atuntaqui, barrio Las Palmas, calle Rocafuerte s/n
E-MAIL	cmrojasr@utn.edu.ec
TELÉFONO MÓVIL	0988573601

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“Despliegue de los servicios telemáticos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la UTN sobre la nube de Red CEDIA.”
AUTOR (ES):	Rojas Rojas Cristian Marcelo
FECHA: DD/MM/AAAA	30/11/2018
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> Pregrado <input type="checkbox"/> Posgrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
DIRECTOR:	Ingeniero Edgar Maya M.Sc

2. CONSTANCIAS

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

lbarra, a los 30 días del mes de noviembre de 2018

EL AUTOR:

(Firma)

Cristian Marcelo Rojas Rojas



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

MSc. EDGAR MAYA, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA

Que el presente trabajo de titulación denominado: “DESPLIEGUE DE LOS SERVICIOS TELEMÁTICOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS DE LA UTN SOBRE LA NUBE DE RED CEDIA”, ha sido desarrollado por el señor Rojas Rojas Cristian Marcelo bajo mi supervisión.

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

MSc. Edgar Maya

Director de Tesis



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Antes que cualquier otra cosa quiero agradecer a Dios, porque su voluntad me ha permitido llegar hasta aquí. Quiero agradecer a mis padres, quienes con su arduo trabajo han podido sacarme adelante y me han regalado la oportunidad de estudiar y superarme para ser alguien de provecho en este mundo; ellos han velado siempre por mi bienestar y han dado su mejor esfuerzo para que nada me falte; con sus corazones tranquilos y amorosos siempre me han brindado un buen ejemplo de cómo se debe ser en esta vida, su enseñanza y crianza han sido los motores gracias a los que hoy puedo alcanzar esta meta. Quiero agradecer a mi director de tesis, el Ingeniero Edgar Maya, quien ha sido mi docente en muchas ocasiones durante esta etapa académica; le agradezco por todo su apoyo durante mi carrera, y, siempre le estaré inmensamente agradecido por enseñarme a través de su ejemplo a ser una buena persona y además un buen profesional. Finalmente, quiero agradecer al Ingeniero Carlos Vásquez, porque siempre me brindó su enseñanza y su amistad, porque de él no solo obtuve un excelente aprendizaje académico sino también de valores humanos, y, sobre todo le agradezco porque ha sabido ver mis aciertos antes que mis errores, en las circunstancias difíciles.

Rojas Rojas Cristian Marcelo



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a una persona demasiado especial para mí, porque cambió mi vida y me enseñó a vivirla de una mejor manera. Mediante este trabajo que representa la culminación de 5 años de estudio quiero que ella se dé cuenta de que gracias a la ayuda de Dios todo se puede lograr y alcanzar en esta vida; quiero que a través de este trabajo ella crea firmemente en que siempre se puede salir adelante y que es posible superar todos los obstáculos que se nos presenten, sin importar las crueles y terribles que puedan ser nuestras circunstancias; quiero que con esta muestra de apoyo se dé cuenta de que, sin importar cómo fuimos en el pasado, siempre tendremos una nueva oportunidad aquí, en el presente, para continuar manteniendo vivos los sueños, luchando incansablemente por alcanzarlos. Quiero que se dé cuenta de que gracias a que aún tenemos vida existe esperanza, y, mientras haya esperanza todo lo que nos propongamos seguirá siendo posible. Que se dé cuenta de que, si yo pude hacerlo, ella, y, todos quienes se lo propongan también pueden hacerlo. Con mucho amor, para Lissethe.

Rojas Rojas Cristian Marcelo

RESUMEN

El presente trabajo propone una solución tecnológica para contrarrestar las desventajas que enfrentan las redes de comunicación tradicionales frente a las redes de nueva generación, debido a la descontrolada expansión del mundo digital. El desarrollo se centra en evidenciar las ventajas emergentes debido al despliegue de los servidores que residen en la infraestructura de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la Universidad Técnica del Norte (UTN), sobre una infraestructura de nueva generación, que es la nube privada de la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (CEDIA). Por lo tanto, el trabajo se enfoca en demostrar las ventajas técnicas de la virtualización y la computación en la nube, frente a infraestructuras tradicionales; asimismo, se demuestra la mejora en la velocidad de acceso al ingresar a los servidores alojados en CEDIA a través de la red avanzada, en lugar de ingresar a los servidores alojados en la FICA a través de internet.

El desarrollo empieza realizando un estudio de benchmarking para conocer el rendimiento actual de los servidores residentes en el data center de la FICA; para llevar a cabo este estudio se emplea la plataforma de benchmarking Phoronix Test Suite; además, se mide el rendimiento de la red realizando un Speedtest mediante las herramientas Pingdom y Uptrends.

La segunda parte del desarrollo es el despliegue de los servidores de la FICA sobre la nube de CEDIA, instalando cada servicio con la versión más actual, y, configurando los protocolos IPv4 e IPv6. Posteriormente, se realiza un nuevo estudio de benchmarking para determinar el rendimiento de los servidores en la nube, y, con estos resultados, se realiza un análisis comparativo entre los servidores virtuales versus los servidores físicos, contrastando sus niveles de rendimiento dependiendo de la infraestructura en la que operan.

El desarrollo concluye con la ejecución de pruebas de usabilidad, que son pruebas orientadas a evidenciar la mejora del rendimiento de los servidores virtuales, a través de encuestas realizadas a un grupo de usuarios que hacen uso de los servicios.

ABSTRACT

The present work proposes a technological solution to counteract the disadvantages that the traditional communication networks face against the new generation networks, due to the uncontrolled expansion of the digital world. The development focuses on evidencing the advantages derived from the deployment of the servers that reside in the infrastructure of the Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) of the Universidad Técnica del Norte (UTN), on a new generation infrastructure, which is the private cloud of the Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (CEDIA). Therefore, the work focuses on demonstrating the advantages of virtualization and cloud computing, compared to traditional infrastructures; likewise, the improvement in the speed of access is demonstrated when entering the servers hosted in CEDIA through the advanced network, instead of entering the servers hosted in the FICA through the internet.

The development begins with a benchmarking study to know the current performance of the servers resident in the data center of the FICA; to carry out this study, the benchmarking platform Phoronix Test Suite is used; in addition, the performance of the network is measured in a Speedtest using the Pingdom and Uptrends tools.

The second part of the development is the deployment of the FICA servers on the CEDIA cloud, installing each service with the most current version, and configuring the IPv4 and IPv6 protocols. Subsequently, a new benchmarking study is carried out to determine the performance of the servers in the cloud, and with these results, a comparative analysis is made between the virtual servers and the physical servers, contrasting their performance levels depending on the infrastructure in which they operate.

The development concludes with the execution of usability tests, which are tests aimed at demonstrating the improvement of the performance of virtual servers, through surveys to a group of users who make use of the services.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Problema.....	1
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Alcance.....	3
1.5. Justificación.....	4
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1. Introducción.....	6
2.2. Virtualización	6
2.3. La Máquina Virtual.....	7
2.3.1. Componentes de una Máquina Virtual.....	7
2.3.1.1. Sistema Operativo Anfitrión	7
2.3.1.2. Hipervisor	8
2.3.1.3. Sistema Operativo Invitado.....	9
2.3.2. Empaquetado de la Máquina Virtual.....	10
2.3.2.1. Formato de Virtualización Abierta.....	11
2.3.2.2. Vagrant	11
2.3.3. Dimensionamiento de la Máquina Virtual	12
2.3.3.1. Cálculo del Requerimiento de CPU	12
2.3.3.2. Cálculo del Requerimiento de Memoria RAM.....	13
2.3.3.3. Cálculo del Requerimiento de Disco Duro.....	15
2.4. Técnicas de Virtualización.....	15
2.4.1. Virtualización Completa	16
2.4.2. Paravirtualización	17
2.4.3. Virtualización Asistida por Hardware	18
2.4.4. Virtualización a Nivel de Sistema Operativo	19
2.4.5. Virtualización Asistida por Software	19
2.5. Tipos de Virtualización.....	20
2.5.1. Virtualización de Servidores	20
2.5.2. Virtualización de Red	20
2.5.3. Virtualización de Aplicaciones	21
2.5.4. Virtualización de Funciones de Red.....	22
2.6. Computación en la Nube.....	22
2.6.1. Definición de Computación en la Nube	22
2.6.2. Diferencia entre Virtualización y Computación en la Nube	23

2.6.3. Características de la Computación en la Nube	23
2.6.3.1. Acceso Ubicuo	23
2.6.3.2. Autoservicio del Consumidor	24
2.6.3.3. Rápida Elasticidad	24
2.6.3.4. Agrupación de Recursos	25
2.6.3.5. Uso Medido del Servicio.....	25
2.6.4. Actores de la Computación en la Nube	26
2.6.4.1. Consumidor de Servicios	26
2.6.4.2. Proveedor de Servicios.....	26
2.6.4.3. Creador de Servicios	26
2.6.4.4. Corredor de Servicios.....	27
2.6.5. Servicios en la Nube	27
2.6.5.1. Acuerdo de Nivel de Servicio	27
2.6.5.2. Acuerdo de Nivel de Operación	28
2.6.5.3. Objetivos de Nivel de Servicio.....	28
2.6.6. Modelos de Servicio	28
2.6.6.1. Infraestructura como Servicio	29
2.6.6.2. Plataforma como Servicio	29
2.6.6.3. Software como Servicio	29
2.6.6.4. Proceso Comercial como Servicio	30
2.6.6.5. Información como Servicio.....	31
2.6.7. Modelos de Implementación en la Nube	31
2.6.7.1. Nube Pública.....	31
2.6.7.2. Nube Privada	32
2.6.7.3. Nube Comunitaria.....	32
2.6.7.4. Nube Híbrida	32
2.7. Redes Definidas por Software	33
2.8. Hiperconvergencia.....	33
CAPÍTULO III: DESPLIEGUE DE LOS SERVIDORES DE LA FICA SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE NUBE DE CEDIA.....	35
3.1. Introducción.....	35
3.2. Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia	35
3.2.1. Servicio de Nube.....	36
3.2.1.1. Funcionamiento	36
3.2.1.2. Sistema de Virtualización VMware	36
3.2.1.3. Beneficios	37
3.2.2. Red Avanzada.....	37
3.2.3. Ventajas de Desplegar los Servidores sobre la Nube de CEDIA.....	38
3.3. Universidad Técnica del Norte como Miembro de CEDIA	38

3.3.1. Paquete Contratado	38
3.4. Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas	40
3.4.1. Levantamiento de Información del Data Center	40
3.4.2. Servidores que serán Desplegados sobre la Infraestructura de CEDIA	42
3.4.2.1. Servidor Físico Moodle	42
3.4.2.2. Servidor Físico Opina	44
3.5. Estudio de Benchmarking Anterior	45
3.5.1. Criterio de Evaluación	45
3.5.2. Phoronix Test Suite	45
3.5.3. Detalles de las Pruebas de Rendimiento de PTS	46
3.5.3.1. IOzone 3.465	47
3.5.3.2. RAMspeed SMP 3.5.0	49
3.5.3.3. 7-Zip Compression 16.02	50
3.5.4. Servidor Phromatic	52
3.5.5. Levantamiento de la Red para el Despliegue del Servidor Phromatic	52
3.5.6. Despliegue de los Sistemas en el Servidor Phromatic	53
3.5.6.1. Estado del Sistema	53
3.5.6.2. Componentes del Sistema	55
3.5.6.3. Monitoreo del Sistema	56
3.5.6.4. Resumen de los Sistemas	57
3.5.7. Detalles de las Pruebas de Rendimiento de Velocidad de Acceso	58
3.5.7.1. Pingdom	58
3.5.7.2. Uptrends	60
3.5.8. Desarrollo de las Pruebas de Rendimiento	61
3.5.8.1. Ejecución de las Pruebas de Rendimiento de PTS	61
3.5.8.2. Ejecución de las Pruebas de Rendimiento de Velocidad de Acceso	62
3.5.9. Análisis de los Resultados de las Pruebas de Rendimiento	62
3.5.9.1. Servidor Físico Moodle	62
3.5.9.2. Servidor Físico Opina	63
3.5.9.3. Resumen del Análisis de Resultados	63
3.5.10. Resumen del Benchmarking Anterior	65
3.6. Despliegue de los Servidores sobre la Infraestructura de CEDIA	66
3.6.1. Esquema de Despliegue	66
3.6.2. Procesos de la Fase de Despliegue	66
3.6.3. Cálculo de Requerimientos de Hardware para las Máquinas Virtuales	67
3.6.3.1. Máquina Virtual Moodle	68
3.6.3.2. Máquina Virtual Opina	71
3.6.4. Creación de las Máquinas Virtuales	74
3.6.4.1. Máquina Virtual Opina	74

3.6.4.2. Máquina Virtual Moodle.....	75
3.6.4.3. Acceso a las Máquinas Virtuales	75
3.6.5. Instalación de los Servidores Virtuales	76
3.6.5.1. Obtención del Software Necesario	76
3.6.5.2. Instalación de los Servicios	78
3.6.5.3. Réplica de la Información	79
3.6.6. Comprobación del Funcionamiento	79
3.6.6.1. Servidor Virtual Opina.....	79
3.6.6.2. Servidor Virtual Moodle	81
3.7. Estudio de Benchmarking Posterior.....	83
3.7.1. Realización de las Pruebas de Rendimiento	83
3.7.1.1. Ejecución de las Pruebas de Rendimiento de PTS	83
3.7.1.2. Ejecución de las Pruebas de Rendimiento de Velocidad de Acceso	83
3.7.2. Análisis de los Resultados de las Pruebas de Rendimiento	83
3.7.2.1. Servidor Virtual Opina.....	84
3.7.2.2. Servidor Virtual Moodle	84
3.7.2.3. Resumen del Análisis de Resultados.....	85
3.7.3. Resumen del Benchmarking Posterior	87
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SERVIDORES FÍSICOS VERSUS LOS	
SERVIDORES VIRTUALES.....	88
4.1. Introducción.....	88
4.2. Análisis Comparativo del Benchmarking Anterior vs. el Benchmarking Posterior.....	88
4.2.1. Infraestructura FICA vs. Infraestructura CEDIA	88
4.2.2. Internet vs. Red Avanzada	89
4.3. Factores que también Intervienen en la Mejora del Rendimiento	91
4.3.1. Sistema Operativo e Interfaz de Usuario.....	91
4.3.2. Versiones de los Servicios y Componentes	92
4.4. Análisis Comparativo del Servicio Tradicional vs. el Servicio en la Nube	93
4.4.1. Pruebas de Usuario del Servicio Tradicional	93
4.4.1.1. Servicio Opina	93
4.4.1.2. Servicio Moodle.....	94
4.4.2. Pruebas de Usuario del Servicio en la Nube	94
4.4.2.1. Servicio Opina	94
4.4.2.2. Servicio Moodle.....	95
4.4.3. Encuesta Dirigida a los Usuarios	95
4.4.4. Análisis de los Resultados de la Encuesta	96
4.5. Análisis Costo-Beneficio	97
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	
5.1. Conclusiones.....	98

5.2. Recomendaciones	100
BIBLIOGRAFÍA.....	102
ANEXO A: GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	105
ANEXO B: MANUAL DE INSTALACIÓN DE LA PLATAFORMA PTS.....	109
B.1. Instalación de la Plataforma PTS	109
B.2. Integración de los Sistemas al Servidor Phoromatic de PTS	112
B.3. Programación Automática de Pruebas.....	114
ANEXO C: MANUAL DE EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS DE VELOCIDAD DE ACCESO.....	116
C.1. Ejecución de las Pruebas a través de Pingdom.....	116
C.2. Ejecución de las Pruebas a través de Uptrends.....	117
ANEXO D: MANUAL DE ACCESO HACIA LOS RECURSOS DE CEDIA.....	119
D.1. Conexión a través de la VPN.....	119
D.2. Ingreso a través de SSH.....	120
ANEXO E: MANUAL DE INSTALACIÓN DE OPINA.....	121
E.1. Instalación del SDK	121
E.2. Instalación de la base de datos MySQL.....	121
E.3. Instalación del Servidor WEB Apache Tomcat	122
E.4. Configuración del Firewall.....	124
E.5. Instalación de Opina.....	125
E.6. Direccionamiento IP Público y Configuración del DNS	128
E.7. Instalación del Certificado Digital Otorgado por Let's Encrypt	131
E.8. Renovación Automática del Certificado.....	134
E.9. Redireccionamiento de Directorio y de HTTP a HTTPS.....	136
ANEXO F: MANUAL DE INSTALACIÓN DE MOODLE.....	140
F.1. Instalación de la Base de Datos	140
F.2. Instalación del Servidor HTTP	141
F.3. Instalación de PHP	143
F.4. Instalación de Moodle	145
F.5. Direccionamiento IP Público y Configuración del DNS.....	151
F.6. Redireccionamiento de Directorio y de HTTP a HTTPS	154
F.7. Configuración de Acceso para los Dominios IPv4 e IPv6	156
F.8. Instalación del Certificado Otorgado por Let's Encrypt	156
F.9. Renovación Automática del Certificado	159
ANEXO G: MANUAL DE USUARIO DE OPINA.....	160
G.1. Creación del Encuestador	160
G.2. Creación de Encuestas	161
G.3. Creación de un Grupo de Usuarios	163
G.4. Añadir Usuarios al Grupo	164
G.5. Añadir Preguntas a la Encuesta.....	165

G.6. Publicación de la Encuesta.....	166
ANEXO H: MANUAL DE USUARIO DE MOODLE.....	168
H.1. Crear una Categoría	168
H.2. Crear un Curso.....	169
H.3. Creación de un Cuestionario	170
H.4. Añadir Usuarios	173
H.5. Matricular Usuarios en el Curso	174
H.6. Presentación del Cuestionario	174
ANEXO I: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE PTS.....	176
I.1. Benchmarking Anterior	176
I.1.1. Servidor Físico Opina.....	176
I.1.1.1. Resultados de la Prueba IOzone	176
I.1.1.2. Resultados de la Prueba RAMspeed	176
I.1.1.3. Resultados de la Prueba 7-Zip Compression.....	177
I.1.2. Servidor Físico Moodle	177
I.1.2.1. Resultados de la Prueba IOzone	177
I.1.2.2. Resultados de la Prueba RAMspeed	177
I.1.2.3. Resultados de la Prueba 7-Zip Compression.....	178
I.2. Benchmarking Posterior	178
I.2.1. Servidor Virtual Opina	178
I.2.1.1. Resultados de la Prueba IOzone	178
I.2.1.2. Resultados de la Prueba RAMspeed	179
I.2.1.3. Resultados de la Prueba 7-Zip Compression.....	179
I.2.2. Servidor Virtual Moodle.....	179
I.2.2.1. Resultados de la Prueba IOzone	179
I.2.2.2. Resultados de la Prueba RAMspeed	180
I.2.2.3. Resultados de la Prueba 7-Zip Compression.....	180
ANEXO J: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PINGDOM Y UPTRENDS.....	181
J.1. Benchmarking Anterior.....	181
J.1.1. Servidor Físico Opina.....	181
J.1.1.1. Resultados de la Prueba Pingdom.....	181
J.1.1.2. Resultados de la Prueba Uptrends	181
J.1.2. Servidor Físico Moodle	181
J.1.2.1. Resultados de la Prueba Pingdom.....	181
J.1.2.2. Resultados de la Prueba Uptrends	181
J.2. Benchmarking Posterior	182
J.2.1. Servidor Virtual Opina	182
J.2.1.1. Resultados de la Prueba Pingdom.....	182
J.2.1.2. Resultados de la Prueba Uptrends	182

J.2.2. Servidor Virtual Moodle	182
J.2.2.1. Resultados de la Prueba Pingdom.....	182
J.2.2.2. Resultados de la Prueba Uptrends	183

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Beneficios de la virtualización. Recuperado de PADASYSTEM (2018).	7
Figura 2.2. Hipervisor tipo 2 y 1. Recuperado de Chayapathi (2016).....	9
Figura 2.3. Arquitectura de hardware x86. Recuperado de Chayapathi (2016).	16
Figura 2.4. Virtualización completa. Recuperado de Chayapathi (2016).....	17
Figura 2.5. Paravirtualización. Recuperado de Chayapathi (2016).....	18
Figura 2.6. Virtualización asistida por hardware. Recuperado de Chayapathi (2016).	18
Figura 2.7. Virtualización a nivel de sistema operativo. Recuperado de Chayapathi (2016).	19
Figura 2.8. Red de área local virtual (VLAN). Recuperado de Learn CCTV (2018).....	21
Figura 2.9. Modelos de servicio: IaaS, PaaS y SaaS. Recuperado de Chayapathi (2016).	31
Figura 2.10. Modelos de implementación en la nube. Recuperado de Chayapathi (2016).....	32
Figura 3.1. Red avanzada de CEDIA en Ecuador. Recuperado de Red CEDIA (2018).....	37
Figura 3.2. Topología de red del data center FICA. Recuperado de data center FICA.	41
Figura 3.3. Pantalla inicial del servicio Moodle FICA. Recuperado de servidor Moodle FICA.	43
Figura 3.4. Pantalla inicial del servicio Opina FICA. Recuperado de servidor Opina FICA.	44
Figura 3.5. Variables de la prueba IOzone. Recuperado de PTS GUI.	47
Figura 3.6. Resultado de la prueba IOzone. Recuperado de PTS GUI.....	48
Figura 3.7. Perfil de la prueba IOzone. Recuperado de PTS GUI.....	48
Figura 3.8. Datos de la instalación de IOzone. Recuperado de PTS GUI.	48
Figura 3.9. Variables de la prueba RAMspeed. Recuperado de PTS GUI.	49
Figura 3.10. Resultado de la prueba RAMspeed. Recuperado de PTS GUI.	49
Figura 3.11. Perfil de la prueba RAMspeed. Recuperado de PTS GUI.	50
Figura 3.12. Datos de la instalación de RAMspeed. Recuperado de PTS GUI.	50
Figura 3.13. Resultado de la prueba 7-Zip Compression. Recuperado de PTS GUI.....	51
Figura 3.14. Perfil de la prueba 7-Zip Compression. Recuperado de PTS GUI.....	51
Figura 3.15. Datos de la instalación de 7-Zip Compression. Recuperado de PTS GUI.	52
Figura 3.16. Topología de red para la ejecución de pruebas a través del servidor Phoromatic.	53
Figura 3.17. Estado del sistema Moodle. Recuperado de servidor Phoromatic.	54
Figura 3.18. Estado del sistema Opina. Recuperado de servidor Phoromatic.	54
Figura 3.19. Componentes del sistema Moodle. Recuperado de servidor Phoromatic.....	55
Figura 3.20. Componentes del sistema Opina. Recuperado de servidor Phoromatic.	56
Figura 3.21. Monitoreo del sistema Moodle. Recuperado de servidor Phoromatic.....	56
Figura 3.22. Monitoreo del sistema Opina. Recuperado de servidor Phoromatic.	57
Figura 3.23. Sistemas registrados en Phoromatic. Recuperado de servidor Phoromatic.	58
Figura 3.24. Uso de Pingdom. Recuperado de Pingdom (2018).	59
Figura 3.25. Resumen de un resultado generado por Pingdom. Recuperado de Pingdom (2018).....	59
Figura 3.26. Uso de Uptrends. Recuperado de Uptrends (2018).....	60

Figura 3.27. Información general de un resultado de Uptrends. Recuperado de Uptrends (2018).....	61
Figura 3.28. Esquema del despliegue de los servidores sobre la nube de CEDIA.	66
Figura 3.29. Actividades de los procesos de dimensionamiento, implementación y verificación.....	67
Figura 3.30. Usuarios registrados en el servidor Moodle. Recuperado de servidor Moodle FICA.	69
Figura 3.31. Usuarios registrados en el servidor Opina. Recuperado de servidor Opina FICA.	72
Figura 3.32. Portal VPN CEDIA. Recuperado de VPN-Cedia (2018).....	76
Figura 3.33. Versiones más recientes de Opina. Recuperado de sourceforge.net	77
Figura 3.34. Versión 3.5.1+ de Moodle. Recuperado de Moodle downloads (2018).....	77
Figura 3.35. Página de inicio de Opina (IPv4). Recuperado de servidor Opina CEDIA.....	80
Figura 3.36. Página de inicio de Opina (IPv6). Recuperado de servidor Opina CEDIA.....	81
Figura 3.37. Página de inicio de Moodle (IPv4). Recuperado de servidor Moodle CEDIA.....	83
Figura 3.38. Página de inicio de Moodle (IPv6). Recuperado de servidor Moodle CEDIA.....	83
Figura 4.1. Infraestructura FICA vs. Infraestructura CEDIA.....	89
Figura 4.2. Internet vs. Red Avanzada.....	90
Figura 4.3. Esquema de acceso a los servicios a través de internet.....	93
Figura 4.4. Encuesta configurada en el servidor Opina. Recuperado de servidor Opina FICA.....	93
Figura 4.5. Cuestionario configurado en Moodle. Recuperado de servidor Moodle FICA.	94
Figura 4.6. Esquema de acceso a los servicios a través de la red avanzada.	94
Figura 4.7. Encuesta configurada en el servidor Opina. Recuperado de servidor Opina CEDIA.	95
Figura 4.8. Cuestionario configurado en Moodle. Recuperado de servidor Moodle CEDIA.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Valores de S en la distribución de Poisson.	14
Tabla 3.1. Paquetes contratados por los miembros plenos públicos de CEDIA.	39
Tabla 3.2. Distribución de los dispositivos en el data center.	41
Tabla 3.3. Características principales de los servidores del data center.	42
Tabla 3.4. Características principales del servidor físico Moodle.	43
Tabla 3.5. Características principales del servidor físico Opina.	44
Tabla 3.6. Pruebas seleccionadas dentro de PTS.	46
Tabla 3.7. Variables de la prueba IOzone 3.465	47
Tabla 3.8. Variables de la prueba RAMspeed SMP 3.5.0	49
Tabla 3.9. Tabulación de los resultados obtenidos en el servidor Moodle.	64
Tabla 3.10. Tabulación de los resultados obtenidos en el servidor Opina.	64
Tabla 3.11. Rendimiento de los servidores físicos Moodle y Opina.	64
Tabla 3.12. Resumen del Benchmarking Anterior.	65
Tabla 3.13. Requerimientos de hardware para el servidor Moodle.	70
Tabla 3.14. Requerimientos de hardware para el servidor Opina.	74
Tabla 3.15. Características principales del servidor virtual Opina.	74
Tabla 3.16. Características principales del servidor virtual Moodle.	75
Tabla 3.17. Información de la VPN para acceder a la nube de CEDIA.	76
Tabla 3.18. Checklist para verificar el funcionamiento del servidor Opina.	80
Tabla 3.19. Checklist para verificar el funcionamiento del servidor Moodle.	81
Tabla 3.20. Tabulación de los resultados obtenidos en el servidor virtual Opina.	86
Tabla 3.21. Tabulación de los resultados obtenidos en el servidor virtual Moodle.	86
Tabla 3.22. Rendimiento de los servidores virtuales Moodle y Opina.	86
Tabla 3.23. Resumen del Benchmarking Posterior.	87
Tabla 4.1. Capacidad y rendimiento de los servidores físicos y virtuales.	88
Tabla 4.2. Cálculo R/C para servidores físicos y virtuales.	89
Tabla 4.3. Rendimiento del internet y la red avanzada.	90
Tabla 4.4. Sistema operativo e interfaz de usuario de los servidores.	91
Tabla 4.5. Versiones de los servicios y sus componentes.	92
Tabla 4.6. Tabulación de los resultados obtenidos a través de las encuestas.	96

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ec. 2.1.....	13
Ec. 2.2.....	13
Ec. 2.3.....	14
Ec. 2.4.....	14
Ec. 2.5.....	14
Ec. 2.6.....	15
Ec. 2.7.....	15
Ec. 2.8.....	15
Ec. 3.1.....	68
Ec. 3.2.....	68
Ec. 3.3.....	70
Ec. 3.4.....	70
Ec. 3.5.....	70
Ec. 3.6.....	71
Ec. 3.7.....	71
Ec. 3.8.....	73
Ec. 3.9.....	73
Ec. 3.10.....	73
Ec. 3.11.....	74
Ec. 4.1.....	90
Ec. 4.2.....	90
Ec. 4.3.....	90

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

1.1. Introducción

Este capítulo presenta los conceptos que llevan al nacimiento de este proyecto. Se empieza describiendo el problema que este trabajo debe solucionar, juntamente con sus causas; se ahonda en la problemática para comprender claramente lo que se pretende mejorar. El capítulo también contiene los objetivos, el alcance y la justificación del proyecto; siendo esta última la parte más importante debido a que expone las razones por las que este proyecto es necesario, capaz de generar un cambio y trascender académicamente.

1.2. Problema

Debido a la globalización del internet y a la digitalización continua en todos los aspectos de la sociedad, surge un problema que las redes tradicionales no son capaces de solventar. Gracias a la creación de demasiadas aplicaciones y servicios, se produce un incremento masivo de usuarios; para lo cual, se necesita una enorme agilidad al momento de extender la capacidad de la red; por lo tanto, se requiere una infraestructura sumamente escalable y flexible para soportar este ritmo que impone la era digital; características que una red tradicional no puede garantizar, sobre todo porque la puesta en marcha de nuevos equipos demanda de un tiempo bastante considerable debido a la rigidez de la infraestructura tradicional. Otro aspecto negativo es la necesidad de hardware específico para la implementación de nuevos servicios, así como los procesos de estandarización entre fabricantes y operadores; todo esto vuelve sumamente difícil la introducción de nuevos cambios con respecto a configuración, gestión y control de la red.

La FICA cuenta actualmente con un data center donde se alojan varios servidores que proveen a dicha facultad de servicios como voz sobre IP, repositorios, encuestas, entre otros. Se trata de una red tradicional que presta servicios de manera eficaz, pero que posee una infraestructura bastante rígida, poco escalable y con un consumo energético de baja eficiencia; lo que se debe principalmente a que no se aplican modelos de red robustos como por ejemplo computación en la nube o tecnologías de virtualización de red; asimismo, la red existente requiere obligatoriamente de un monitoreo

continuo para garantizar su funcionamiento, al igual que tareas de mantenimiento y seguridad para avalar que el rendimiento de la red sea el más adecuado posible. Todas estas actividades demandan una gran cantidad de recursos, que deben ser establecidos por el administrador de la red; además, la ejecución de dichas tareas implica gastos para la organización; todos estos recursos invertidos pueden ser obviados si se utiliza un modelo de computación en la nube, así, es posible destinar dichas actividades a otros aspectos de la red, se reducen los costos, y, por ende, la administración de la red se vuelve mucho más productiva y eficiente.

La computación en la nube se ha adjudicado un fuerte impacto sobre el mundo en los últimos años, por lo tanto, se encuentra diversamente en el centro de numerosas empresas en todo el mundo; tal es el caso de CEDIA, que ofrece una gran variedad de servicios entre los cuales se encuentra el servicio de computación en la nube. Gracias a que la UTN es miembro de CEDIA, la FICA puede realizar la instalación y despliegue de servicios informáticos de distinta naturaleza en el data center de CEDIA, con lo que, obtiene una infraestructura robusta, flexible y escalable; sobre todo, porque también tiene acceso a tecnologías de virtualización de red. Al realizar la instalación es posible acceder a los servidores de la FICA a través de la red avanzada de CEDIA o el internet comercial, superando así las deficiencias que presenta la infraestructura de red tradicional; además, las UTN no debe preocuparse de la administración ni la seguridad de esta nueva infraestructura, optimizando tiempo y recursos. De forma paralela, gracias a la red avanzada se mejora la conectividad y la velocidad; al mismo tiempo, esta infraestructura de CEDIA es protegida por diferentes tipos de redundancia como energía eléctrica, almacenamiento, backups y sitios de contingencia; finalmente, gracias a esta nueva infraestructura se obtiene un notable ahorro energético, ya que los servidores dentro de la nube gastan solo la energía necesaria mientras que en una red tradicional se gasta más energía de la requerida.

Las redes de comunicación o de datos que poseen una infraestructura tradicional no son buenas candidatas para soportar un entorno altamente dinámico en cuanto a servicios y aplicaciones de red, así como tampoco son capaces de responder de manera óptima a una comunidad de usuarios que crece notablemente con el tiempo. Actualmente, la infraestructura del data center de la FICA es

una red tradicional, por lo que se trata de una red bastante rígida y poco escalable; por tal motivo, se aplica una solución de computación en la nube gracias al convenio entre la UTN y CEDIA, permitiendo que la FICA despliegue sus servicios telemáticos dentro de CEDIA, obteniendo grandes ventajas como el desvincularse de tareas de administración y seguridad, además de formar parte de una infraestructura de red avanzada con varios tipos de redundancia, que le permiten a la FICA ofrecer sus servicios de una forma mucho más eficiente.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Migrar los servicios telemáticos residentes en el data center de la FICA hacia la nube privada de CEDIA, instalando cada uno de los servicios sobre esta nueva infraestructura.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar los servicios que se encuentran activos en el data center de la FICA.
- Determinar la compatibilidad y la cantidad de recursos computacionales necesarios para implementar los servidores sobre la nube de CEDIA.
- Instalar los servidores en las máquinas virtuales de la infraestructura de CEDIA.
- Realizar pruebas que garanticen el correcto funcionamiento de los nuevos servidores.

1.4. Alcance

Este proyecto propone una solución de computación en la nube dedicada a los servicios telemáticos residentes en el data center de la FICA; por lo que en primera instancia, se realiza un estudio de la situación actual de los servicios que se encuentran en estado activo, recolectando información acerca de sus principales características para identificar los servidores que se migran hacia la infraestructura de CEDIA, así como sus requerimientos computacionales para un buen funcionamiento y la posibilidad de trabajar con el protocolo de internet versión 6. La recolección de datos permite conocer la capacidad mínima de procesamiento y memoria que deben poseer las máquinas virtuales de CEDIA, para que los servicios allí alojados puedan trabajar de manera eficaz; asimismo, permite conocer si los servicios mantienen compatibilidad con su futura infraestructura.

Posteriormente, se determina el mejor método de migración para llevar a cabo la instalación de los servidores sobre la infraestructura de CEDIA; cuando se instalan los servicios, se debe verificar el acceso hacia cada uno de ellos a través de la red avanzada, y, se debe comprobar su correcto funcionamiento, solucionando cualquier fallo en el proceso. Finalmente, se lleva a cabo un análisis costo-beneficio para evidenciar cómo este proyecto contribuye a la FICA.

1.5. Justificación

En los últimos años la computación en la nube no solo ha surgido, sino que se ha convertido en un pilar fundamental de las grandes empresas como Google, Microsoft, Amazon AWS, por nombrar algunas; también se ha consolidado como un modelo para usos experimentales y de desarrollo, y, se encuentra diversamente en el centro de numerosas empresas en todo el mundo.

Para varias personas y organizaciones, el uso de la nube en muchas de sus actividades es inevitable; la tecnología de computación en la nube se ha utilizado ampliamente en muchos dominios, sobre todo por las grandes prestaciones que brinda como son eficiencia, escalabilidad, robustez y seguridad; asimismo, es necesario mencionar que una infraestructura de computación en la nube deslinda al administrador de la red de realizar tareas de mantenimiento y seguridad, ya que es el proveedor de la nube quien se encarga de estas actividades. De forma paralela, los costos se ven reducidos al utilizar servicios en la nube, lo cual es de esperarse, pues ya no se requiere adquirir hardware para comenzar con la operación de la red; de igual manera, la puesta en marcha de una nueva infraestructura se vuelve sumamente ágil, debido a que ya no se tiene limitaciones como la necesidad de un hardware específico para la implementación de nuevos servicios; además, se evita los inconvenientes causados por la estandarización entre fabricantes y operadores.

El rendimiento y la seguridad de la red aumenta, porque el equipo técnico del proveedor del servicio de nube monitorea constantemente la infraestructura de red y realiza los mantenimientos respectivos; también se tiene una increíble ventaja en cuanto a la virtualización de red, ya que se cuenta con técnicas como virtualización de funciones de red y redes definidas por software, con lo que es posible separar el software del hardware, es decir, la funcionalidad de las aplicaciones que corren en los servidores ya no depende del hardware presente, sino simplemente del software en el

que se encuentran instaladas, obteniendo así una red altamente flexible y capaz de responder de forma óptima a situaciones en las que se requiere un incremento en la capacidad, pues se puede escoger en que servidores se corren las aplicaciones con total libertad, y, así, realizar un balanceo de carga para que la red opere de manera correcta sin importar cual sea la demanda de los usuarios. La arquitectura de nube incluye un conjunto de recursos computacionales, almacenamiento y redes virtualizadas, que pueden agregarse y lanzarse como plataformas para ejecutar cargas de trabajo y satisfacer la demanda en base a un acuerdo de nivel de servicio.

Es por los motivos mencionados anteriormente, que se propone migrar los servicios telemáticos de la FICA hacia la nube privada de CEDIA, aprovechando que esta última ofrece el servicio de computación en la nube. Este servicio es una plataforma que permite el aprovisionamiento de recursos de cómputo, para facilitar el trabajo de las instituciones miembros de CEDIA; su funcionamiento se basa en ofrecer a los miembros una infraestructura como servicio, que facilita al investigador o a la institución el uso de un computador virtual con las características que sean requeridas, como la cantidad de CPU, memoria RAM, capacidad de disco duro, entre otras; de este modo, se crea un servidor virtual donde se pueden instalar diversas aplicaciones, software y servicios, así como almacenar información; además, se adquieren las ventajas mencionadas anteriormente, brindando servicios de una forma mucho más eficiente.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Introducción

En este capítulo se exponen los conceptos que sirven como referencia para el desarrollo del presente trabajo. Se hace especial énfasis en la tecnología de virtualización, en sus ventajas, en los sistemas de virtualización más conocidos y en sus distintos tipos y técnicas; así mismo, se profundiza en el estudio de la computación en la nube, enfocándose principalmente en IaaS.

2.2. Virtualización

Antonopoulos (2017) afirma que la virtualización es la tecnología utilizada para ejecutar múltiples sistemas operativos o aplicaciones en la parte superior de una única infraestructura física, al proporcionar a cada uno de ellos una vista abstracta del hardware; por lo tanto, la virtualización permite que estas aplicaciones o sistemas operativos se ejecuten de forma aislada mientras comparten los mismos recursos de hardware.

“El principal objetivo detrás de la virtualización es brindar un mecanismo para ejecutar múltiples aplicaciones sin dependencia o conocimiento mutuo, mientras se comparte un sistema operativo y un grupo de recursos de hardware” (Wan, 2016). Cada aplicación está diseñada para creer que posee sus propios recursos de hardware, pero no necesariamente es consciente de que este hardware forma parte de un subconjunto abstraído de un grupo de hardware más grande. Las aplicaciones tienen segregación entre sus procesos, uso de disco duro, sistema de archivos, administración de usuarios y redes.

Gracias a la virtualización, la cantidad de servidores dentro de un data center se redujo drásticamente, teniendo así un menor número de servidores haciendo el mismo trabajo y alojando múltiples aplicaciones simultáneamente; por lo tanto, se obtienen grandes beneficios como ahorro de energía, reducción de espacio, menores costos operativos, resiliencia empresarial y costo total de propiedad reducido. En la figura 2.1 se aprecian los beneficios principales de la virtualización, clasificados en cuatro grupos que son: ecología, ahorro, eficiencia y control.

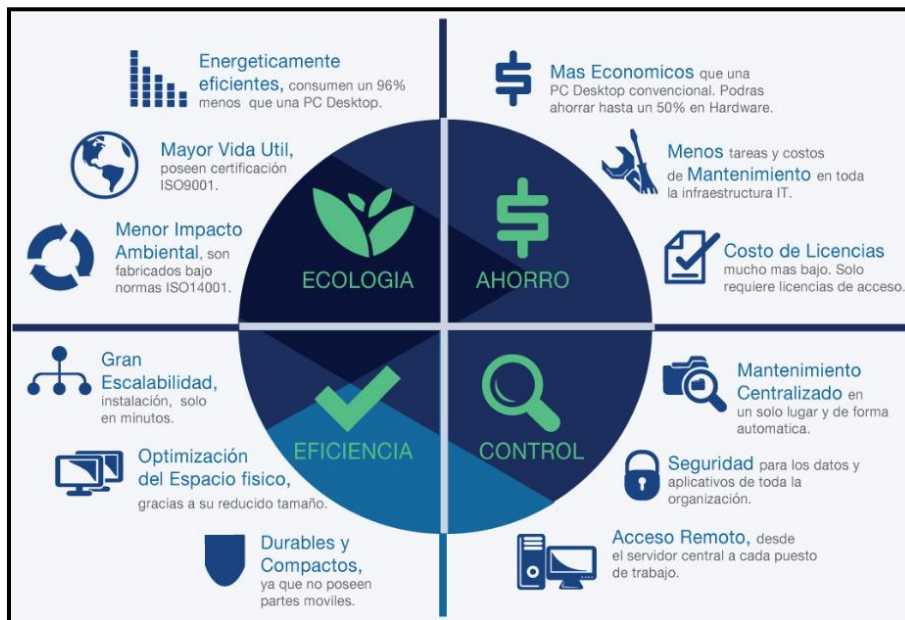


Figura 2.1. Beneficios de la virtualización. Recuperado de PADASYSTEM (2018).

2.3. La Máquina Virtual

La virtualización proporciona un entorno de hardware virtual aislado para que se ejecute un sistema operativo o una aplicación, este entorno resultante suele llamarse máquina virtual; sin embargo, en ciertas ocasiones también se lo conoce como entorno virtual, contenedor virtual o simplemente contenedor, porque ofrece un entorno independiente.

2.3.1. Componentes de una Máquina Virtual

Toda máquina virtual posee tres componentes principales que son: el sistema operativo anfitrión, el administrador de máquina virtual o hipervisor y el sistema operativo invitado.

2.3.1.1. Sistema Operativo Anfitrión

“El sistema operativo anfitrión es el sistema operativo que se ejecuta directamente en el hardware” (Linux.org, 2018). Este sistema operativo debe tener un soporte para la virtualización, y, el conjunto correcto de aplicaciones instaladas.

El sistema operativo anfitrión posee una visibilidad completa del conjunto de recursos de hardware que se encuentran disponibles para asignarse a las máquinas virtuales; las capacidades del anfitrión, como la capacidad de memoria o los dispositivos de entrada y salida admisibles, pueden restringir o limitar las capacidades de la máquina virtual, debido a que las máquinas virtuales se crean dentro del sistema operativo anfitrión.

2.3.1.2. Hipervisor

“En un principio, el término administrador de máquinas virtuales se utilizaba para describir esta función; pero, fue a inicios de la década de 1970 que el término definitivo, hipervisor, fue acuñado por ingenieros de IBM“ (SourceForge, 2018). Esencialmente, el trabajo del hipervisor es lo que permite la creación de la máquina virtual, es decir, permite asignar los recursos a esa máquina virtual, modificar sus parámetros y eliminarla. Los hipervisores se clasifican en dos tipos que son: el hipervisor tipo 1 y el hipervisor tipo 2.

2.3.1.2.1. Hipervisor Tipo-1

Arias (2015) manifiesta: “Un hipervisor tipo 1 es el que absorbe las funciones del sistema operativo anfitrión, es decir, se ejecuta directamente en el hardware sin la necesidad de un sistema operativo”. Este tipo de hipervisor comprende un rol sumamente amplio porque necesita comunicarse y administrar los dispositivos físicos, así como incorporar los controladores de dispositivo necesarios en su código fuente; de modo que, existe una enorme complejidad en el código del hipervisor, y, el tiempo requerido para desarrollarlo es muy grande.

2.3.1.2.2. Hipervisor Tipo 2

El hipervisor tipo 2 es el que se ejecuta como una aplicación de software normal sobre un sistema operativo anfitrión, que puede tratarse de cualquier sistema operativo tradicional con capacidad de virtualización; el hipervisor se ejecuta en este sistema operativo junto con otros procesos, y, posee recursos de hardware específicos asignados.

Chayapathi (2016) afirma: “La función del sistema operativo anfitrión es mínima y debe proporcionar una plataforma para que se ejecute el hipervisor, cuando se tiene un entorno de virtualización tipo 2”. El anfitrión debe proporcionar una interfaz para comunicarse con elementos como la memoria, los discos y otros periféricos; en general, el sistema operativo anfitrión no está destinado a ejecutar ninguna aplicación que requiera de un alto procesamiento, porque solo debe cumplir con su función básica que es tener disponible la mayor cantidad de recursos de hardware para que las máquinas virtuales puedan utilizarlos.

2.3.1.2.3. Comparación entre Hipervisor Tipo 1 e Hipervisor Tipo 2

Un hipervisor tipo 1 es totalmente autónomo, y, debido a su directa interacción con el hardware se considera más seguro; asimismo, es muy práctico porque su código se desarrolla exclusivamente para el hardware en el que se va a ejecutar. La principal ventaja de este tipo de hipervisor con respecto al de tipo 2 es su alto rendimiento, porque se suprime la dependencia de la comunicación con el hardware a través del sistema operativo o anfitrión.

Peña (2013) afirma que los hipervisores tipo 2 son más fáciles y rápidos de desarrollar, de modo que, son más flexibles porque no tienen que desarrollarse para un hardware en específico. Es por tal motivo, que los hipervisores tipo 2 fueron los primeros disponibles para la arquitectura x86, mientras que los hipervisores tipo 1 tardaron más en desarrollarse y lanzarse al mercado para plataformas basadas en x86. Los hipervisores tipo 2 pueden admitir una variedad más amplia de hardware; además, siempre que el sistema operativo anfitrión sea compatible y validado para funcionar con el código del hipervisor, el tipo de hardware subyacente, o, los controladores para trabajar con este hardware no son una preocupación para el hipervisor.

La figura 2.2 describe en el lado izquierdo al hipervisor tipo 2, y, en el lado derecho al hipervisor tipo 1; se evidencia como el hipervisor tipo 2 necesita de un sistema operativo anfitrión, mientras que el hipervisor tipo 1 no. Ejemplos del tipo 2 son: Qemu, VMWare Workstation y Oracle VirtualBox, mientras que del tipo 1 son: VMWare ESXi, Microsoft Hyper-V y Xen.

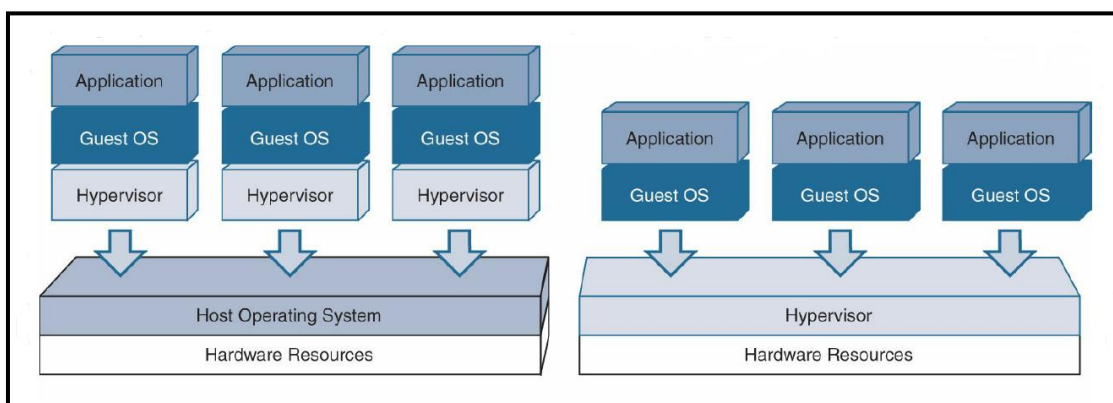


Figura 2.2. Hipervisor tipo 2 y 1. Recuperado de Chayapathi (2016).

2.3.1.3. Sistema Operativo Invitado

“En el momento que un hipervisor aloja una máquina virtual, esa máquina virtual no hereda ningún componente de software del sistema operativo anfitrión” (Mayevsky, 2016). La máquina

virtual escueta que se crea es muy similar a un servidor regular; al igual que cualquier otro servidor, requiere de un sistema operativo para iniciar, administrar los dispositivos y ejecutar aplicaciones. El sistema operativo que se ejecuta en esta máquina virtual se llama sistema operativo invitado, y, puede ser de cualquier tipo, pero debe ser compatible con los recursos de hardware que ofrece el hipervisor.

El sistema operativo invitado, no necesita ninguna modificación para que se ejecute en la máquina virtual, y, ve a la máquina virtual como si se estuviera ejecutando en un sistema de hardware real; por lo tanto, no tiene visibilidad de los verdaderos recursos de hardware ni conocimiento de ninguna otra máquina virtual que pueda estar presente en otra instancia del hipervisor. El usuario dentro del sistema operativo invitado puede ejecutar cualquier cantidad de aplicaciones admitidas por ese sistema operativo.

Cuando el sistema operativo invitado quiere acceder al disco, la memoria o los recursos del CPU, el hipervisor actúa como intermediario y asigna esa solicitud a los recursos administrados por el sistema operativo anfitrión. El hipervisor pasa la respuesta a estas solicitudes por parte del sistema operativo anfitrión hacia el sistema operativo invitado, creando una impresión de que el sistema operativo invitado está hablando directamente con el hardware. El hipervisor tipo 1 funciona solamente con la técnica de virtualización asistida por hardware, ya que suplanta al sistema operativo anfitrión, por lo que requiere de un hardware con soporte para la virtualización; por otro lado, el hipervisor tipo 2 puede funcionar con cualquiera de las otras técnicas de virtualización, porque se ejecuta como una aplicación normal sobre el sistema operativo anfitrión.

2.3.2. Empaquetado de la Máquina Virtual

Es muy importante la tarea de empaquetar la máquina virtual, pues así se la puede transportar a través de varios anfitriones; de modo que, existen muchas herramientas disponibles que pueden convertir los archivos de disco de la máquina virtual de un formato a otro; por lo tanto, cuando el nuevo anfitrión utiliza un hipervisor diferente, generalmente es posible convertir estos archivos a un formato compatible con el nuevo hipervisor.

Chayapathi (2016) afirma: “Empaquetar los archivos de disco de la máquina virtual utilizando el formato del sistema de archivos de la Organización Internacional de Normalización (ISO), es una

muy buena opción”. El formato de la ISO ha estado en uso durante muchos años, y, fue creado originalmente para discos ópticos; de modo que, la imagen ISO contiene el sistema operativo invitado completo y se crea como un medio de arranque. Como se trata de un único archivo, este ISO puede trasladarse de un anfitrión a otro y montarse; es así, como este formato proporciona un mecanismo de transferencia para las máquinas virtuales.

A pesar de la facilidad de poder transportar estas imágenes de un anfitrión a otro, este sistema de archivos no es el más adecuado para portar máquinas virtuales. Esto se debe a que este formato no incluye información sobre el tipo de recursos que deben asignarse a la máquina virtual en una nueva ubicación, esa información necesita ser comunicada a través de otros medios. Entonces, para transportar y compartir máquinas virtuales, un método de empaquetado más apropiado es empaquetar todo el entorno y los detalles de los requisitos de recursos junto con la imagen de la máquina virtual, agregando así esta información adicional. Algunas de las opciones más populares de este formato de empaquetado son las siguientes:

2.3.2.1. Formato de Virtualización Abierta

Chayapathi (2016) manifiesta: “El formato de virtualización abierta (OVF) no se encuentra vinculado a ningún tipo de hipervisor en específico, y, fue desarrollado exclusivamente para empaquetar imágenes de máquinas virtuales”. OVF contiene información acerca de los parámetros del recurso que la máquina virtual espera que se le asigne; generalmente, se trata de una colección de archivos donde el archivo .ovf contiene la información de implementación, mientras que un archivo separado representa la imagen.

Este formato también suele contener un archivo de manifiesto .mf que posee las claves md5 de todos los archivos; así, cuando los archivos OVF se empaquetan juntos, como por ejemplo un archivo .tar, se lo denomina dispositivo de virtualización abierta (OVA).

2.3.2.2. Vagrant

“Vagrant se trata de una forma reciente de configurar el empaquetado de un entorno para máquinas virtuales basadas en una plantilla estándar” (Arias, 2015). Este formato utiliza una imagen de máquina virtual conocida como caja vagrant; esta caja contiene la máquina virtual en forma de un

archivo de disco de máquina virtual (VMDK), junto con un archivo de configuración que indica cómo configurarla. Vagrant puede usar este archivo de caja y sus contenidos para crear instantáneamente la máquina virtual, y, configurarla para usarla en un entorno diferente; asimismo, una caja vagrant se puede portar fácilmente de un anfitrión a otro, y, usa un conjunto simple de comandos para agregar, eliminar o mostrar un nuevo entorno vagrant.

2.3.3. Dimensionamiento de la Máquina Virtual

Es de suma importancia el proceso de dimensionamiento de los recursos computacionales de una máquina virtual, porque el rendimiento del software que se instala en la máquina depende directamente del resultado de este proceso. En este apartado se realiza un estudio de cómo determinar los requerimientos computacionales de CPU, memoria RAM y disco duro de una máquina virtual, para que funcione como un servidor virtual.

2.3.3.1. Cálculo del Requerimiento de CPU

Las características del CPU dependen en esencia del tipo de sistema operativo, y, de las aplicaciones que se ejecutan en el servidor virtual; así mismo, mientras más aplicaciones se ejecutan en el servidor virtual, más cantidad de CPU se requiere para soportarlas.

Para determinar la cantidad de CPU requerida por un servidor virtual, es importante tener claro qué tipo de aplicaciones se ejecutarán en dicho servidor; así, se debe tener en consideración la existencia de ciertas aplicaciones que generalmente requieren de otras aplicaciones extra durante su ejecución, a estas aplicaciones complementarias se las conoce con el nombre de multihilo. Fabre (2013) afirma: “Multihilo se establece como la composición de dos o más partes que se pueden ejecutar de manera simultánea, y, a cada una de esas partes se las denomina hilo; cada hilo define un camino de ejecución independiente”. Es decir, cada aplicación extra representa un hilo; por un lado, estos hilos son dependientes entre sí, porque juntos sientan las bases para la ejecución de la aplicación principal; por otro lado, son independientes, ya que cada uno se ejecuta de manera separada, de modo que si un hilo falla los otros deben mantenerse operativos.

También es importante considerar el incremento de usuarios a futuro dentro del cálculo de la cantidad de CPU de un servidor virtual; generalmente, este crecimiento a futuro se satisface

aumentando el valor de 1 CPU a la cantidad total requerida por el servidor. Para determinar la cantidad de CPU requerida por un servidor virtual se utiliza la ecuación 2.1; el término $CPU_{(VM)}$ representa la cantidad total de CPU, el término $\frac{1}{2}CPU_{(Por\ cada\ hilo)}$ indica que se debe asignar medio CPU a cada hilo requerido por la aplicación, y, el término $1CPU_{(Crecimiento)}$ indica que se debe añadir un CPU para soportar el crecimiento de usuarios a futuro.

$$CPU_{(VM)} = \frac{1}{2}CPU_{(Por\ cada\ hilo)} + 1CPU_{(Crecimiento)} \quad (Ec. 2.1)$$

2.3.3.2. Cálculo del Requerimiento de Memoria RAM

Otro requerimiento importante es la cantidad de memoria RAM que se instalará en el servidor virtual para que opere correctamente; de modo que, para determinar el valor de memoria RAM necesario para el despliegue del servidor, $RAM_{(Servicio)}$, se toma en cuenta la cantidad de memoria RAM requerida por el sistema operativo, $RAM_{(OS)}$, y, por cada hilo, $RAM_{(Por\ cada\ hilo)}$, que se ejecutará en el servidor virtual. Sánchez (2013) afirma que para determinar esta cantidad de memoria RAM se debe emplear la ecuación 2.2.

$$RAM_{(Servicio)} = RAM_{(OS)} + RAM_{(Por\ cada\ hilo)} \quad (Ec. 2.2)$$

Sin embargo, la ecuación 2.2 no basta para determinar el valor total de memoria RAM requerida por el servidor virtual, ya que tiene en cuenta que sólo un usuario accederá al servicio; por lo cual, se requiere un nuevo cálculo orientado a determinar la cantidad de memoria RAM necesaria para atender las peticiones que realicen los usuarios concurrentes.

Para determinar esta cantidad de memoria RAM, es necesario conocer cuál es el pico o número máximo de usuarios concurrentes del servidor virtual. Usuarios concurrentes son aquellos que acceden o que realizan peticiones al servidor de manera simultánea; por ejemplo, los usuarios que en el mismo instante recarguen una página web del servidor, consulten o inserten información en la base de datos; así, mientras más conexiones concurrentes tenga el servidor más cantidad de memoria RAM se requiere para soportar las conexiones exitosamente. Garrido (2016) manifiesta que se determina la cantidad de usuarios concurrentes empleando la ecuación 2.3.

$$C_{(VM)} = \frac{nL}{T} \quad (Ec. 2.3)$$

En la ecuación 2.3, $C_{(VM)}$ es el número de usuarios concurrentes del servidor virtual, n es el número de usuarios totales, L es el tiempo promedio de uso de la aplicación para todos los usuarios, y, T es el intervalo de tiempo durante el cual se realiza la medición.

Con estos antecedentes, se procede a calcular el número máximo de usuarios concurrentes $C_{(Max)}$. Garrido (2016) afirma que para determinar esta cantidad se debe emplear la distribución de Poisson, tal como indica la ecuación 2.4.

$$C_{(Max)} = C_{(VM)} + S\sqrt{C_{(VM)}} \quad (Ec. 2.4)$$

La distribución de Poisson es un método que permite calcular la probabilidad de encontrar un elemento cualquiera; esta probabilidad varía de acuerdo con el término S de la ecuación 2.4, que representa el valor de la desviación estándar; de modo que, mientras más alta sea la probabilidad, el cálculo es más acertado. Peña (2013) indica que los valores que puede adoptar S junto con la probabilidad en cada caso se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Valores de S en la distribución de Poisson.

Valor	Probabilidad
1	68.26 %
2	95.449 %
3	99.87 %

Fuente: Peña (2013).

Ahora, se debe aplicar la regla general para el funcionamiento adecuado de un servidor individual. Ramírez (2014) afirma que la cantidad de memoria RAM (en GB) necesaria para soportar la máxima cantidad de conexiones concurrentes, $RAM_{(Cmax)}$, debe ser igual al número máximo de usuarios concurrentes dividido entre 50, como indica la ecuación 2.5.

$$RAM_{(Cmax)} = C_{(Max)} \div 50 \quad (Ec. 2.5)$$

Finalmente, es posible establecer la cantidad total de memoria, $RAM_{(VM)}$, que se debe asignar a un servidor virtual. Delgado (2012) indica que para determinar esta cantidad de memoria RAM se debe emplear la ecuación 2.6.

$$RAM_{(VM)} = RAM_{(Servicio)} + RAM_{(Cmax)} + RAM_{(Crecimiento)} \quad (Ec. 2.6)$$

El último término de la ecuación 2.6 se añade con la finalidad de satisfacer un futuro crecimiento de la cantidad de usuarios totales del servidor. Garrido (2016) manifiesta que este término debe ser igual a 1GB de memoria RAM.

2.3.3.3. Cálculo del Requerimiento de Disco Duro

La cantidad de disco duro que requiere el servidor virtual es el último parámetro que se debe considerar en el dimensionamiento de la máquina virtual. En primer lugar, se debe determinar la cantidad de disco duro que necesita la aplicación o servicio, $HD_{(Servicio)}$, que se ejecutará en el servidor; de modo que, se debe conocer la cantidad de disco duro que ocupa el sistema operativo, $HD_{(OS)}$, y, cada uno de los hilos, $HD_{(Por\ cada\ hilo)}$, requeridos para el despliegue del servicio sobre el servidor virtual. Lanzarote (2015) afirma que para esto se debe emplear la ecuación 2.7.

$$HD_{(Servicio)} = HD_{(OS)} + HD_{(Por\ cada\ hilo)} \quad (Ec. 2.7)$$

En segundo lugar, se debe realizar una proyección acerca de cuanto espacio en el disco duro será requerido para almacenar los datos del servidor, $HD_{(Datos)}$, lo que depende exclusivamente del tipo de datos con los que trabaja la aplicación que se ejecuta en el servidor virtual. Flores (2010) afirma que empleando la ecuación 2.8 se puede determinar la cantidad total de disco duro, $HD_{(VM)}$, que debe ser instalada para que el servidor funcione con éxito.

$$HD_{(VM)} = HD_{(Servicio)} + HD_{(Datos)} + HD_{(Crecimiento)} \quad (Ec. 2.8)$$

El último término de la ecuación 2.8 representa la cantidad de disco duro que se necesita para satisfacer un posible crecimiento del número de usuarios totales del servidor. Flores (2010) manifiesta que este valor depende del tipo de servicio que opera en el servidor virtual.

2.4. Técnicas de Virtualización

Camarinha (2015) afirma que cuando la virtualización apenas se encontraba evolucionando, se basaba en la ejecución de varios sistemas operativos en paralelo, los que requerían la introducción de un mediador para hacer uso compartido del hardware, porque de lo contrario, cuando las aplicaciones que se ejecutaban en estos sistemas operativos querían acceder a los recursos del

hardware simultáneamente, se generaba un completo desorden. La evolución de la virtualización permitió solventar este desorden, al separar el hardware y el sistema operativo agregando un puente entre ellos denominado capa de virtualización; con el tiempo, hubo distintas técnicas y metodologías que se utilizaron para esta implementación, algunas de estas técnicas se detallan en este apartado; pero, para comprender estos métodos adecuadamente es necesario revisar una arquitectura x86.

En informática, x86 es un término muy conocido que hace referencia a un conjunto de instrucciones utilizadas en la microarquitectura del procesador de un ordenador; también se le conoce como la arquitectura clásica de los procesadores. Dentro de esta arquitectura se tiene cuatro niveles de privilegio definidos para la interacción con el hardware; donde los niveles más bajos se ejecutan más cerca del hardware. Generalmente, las aplicaciones se ejecutan con el nivel de privilegio 3, mientras que los controladores de dispositivo se ejecutan utilizando los niveles 1 y 2; por otra parte, el sistema operativo debe estar en el nivel de privilegio 0 para que pueda interactuar directamente con el hardware, tal como se observa en la figura 2.3.

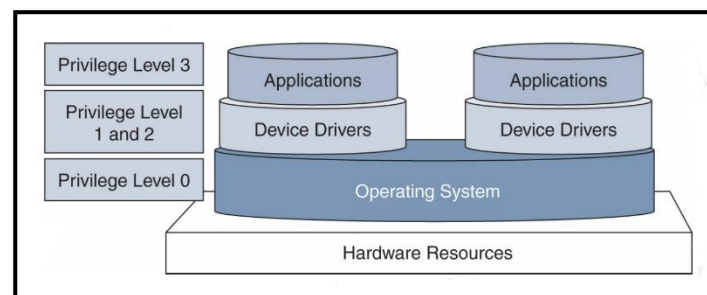


Figura 2.3. Arquitectura de hardware x86. Recuperado de Chayapathi (2016).

2.4.1. Virtualización Completa

González (2016) indica que en esta técnica de virtualización el sistema operativo se traslada hacia un nivel superior, y, la capa de virtualización ahora ocupa el nivel de privilegio 0, interactuando directamente con el hardware; de modo que, las instrucciones del sistema operativo ahora son traducidas por la capa de virtualización antes de llegar al hardware, como se muestra en la figura 2.4; donde el par de flechas superiores indican que los sistemas operativos envían sus datos a la capa de virtualización, para que esta capa los traduzca y posteriormente los envíe al hardware, como muestra la flecha inferior.

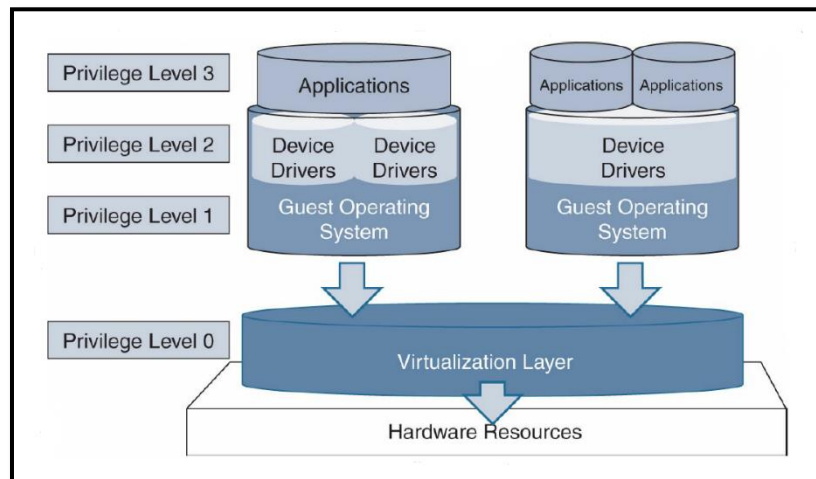


Figura 2.4. Virtualización completa. Recuperado de Chayapathi (2016).

Gracias a este método, no es necesario desarrollar o cambiar el código fuente del sistema operativo invitado, pues con la capa de virtualización en el nivel 0, todas las aplicaciones existentes y los sistemas operativos invitados pueden ejecutarse simultáneamente sin requerir modificaciones. En esencia, lo que realiza la virtualización completa es un desacoplamiento entre el hardware y el sistema operativo; algunos ejemplos de esta técnica de virtualización son: Linux KVM / Qemu, VMware's ESXi, entre otros.

2.4.2. Paravirtualización

Chayapathi (2016) afirma que la virtualización completa brinda independencia, pero, tiene un alto costo asociado con el tiempo requerido por la capa de virtualización para traducir los datos entre el sistema operativo y el hardware. Para algunas aplicaciones, este retraso puede ser crítico y generar ineficiencia; de modo que, puede ser necesario que la aplicación se comunique directamente con el hardware para mitigar estas situaciones; entonces, se le puede permitir al sistema operativo interactuar directamente con el hardware para ciertas aplicaciones llamadas funcionales, usando un método denominado hipercanales, mientras continúa trabajando a través de la capa de virtualización para otras necesidades; esta técnica de virtualización se llama paravirtualización.

En esta técnica, la capa de virtualización funciona junto a los sistemas operativos invitados en el mismo nivel de privilegio, proporcionando al sistema operativo acceso sobre el hardware para ejecutar funciones de tiempo crítico, como se ve en la figura 2.5; donde el par de flechas verticales muestran como los sistemas operativos son capaces de enviar datos directamente al hardware,

mientras que la flecha horizontal indica que además, el sistema operativo puede continuar enviando datos a la capa de virtualización. Todos los sistemas operativos invitados que se ejecutan en el hardware deben estar conscientes el uno del otro para poder compartir el recurso; un ejemplo de esta técnica para la virtualización es: Xenserver.

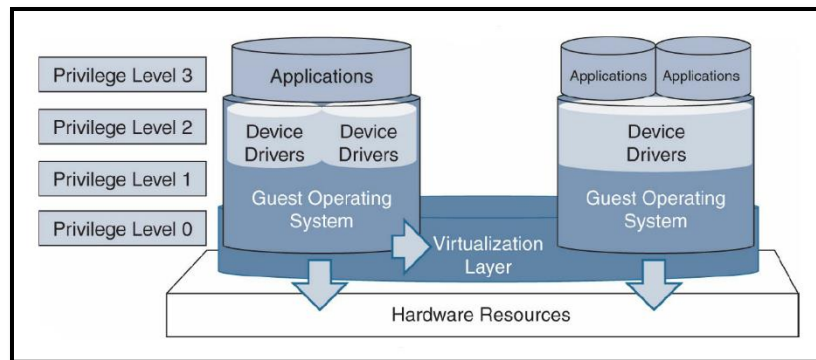


Figura 2.5. Paravirtualización. Recuperado de Chayapathi (2016).

2.4.3. Virtualización Asistida por Hardware

Chayapathi (2016) manifiesta que el hardware x86 continúa actualizándose con respecto a materia de virtualización, y, agrega la capacidad o el soporte para la virtualización asistida por hardware, lo que permite brindar un alto rendimiento. Esta técnica utiliza ese soporte incorporado, donde el sistema operativo y la capa de virtualización pueden aprovechar las funciones asistidas por hardware para proporcionar la virtualización; de modo que, ya no son requeridos los hipercanales, porque ahora el hardware entiende por igual las instrucciones de la capa de virtualización y las del sistema operativo, mientras se comunica con ambos simultáneamente.

La figura 2.6 muestra un ejemplo de virtualización asistida por hardware, donde los pares de flechas superiores e inferiores indican como los sistemas operativos y la capa de virtualización, respectivamente, pueden comunicarse directamente con el hardware.

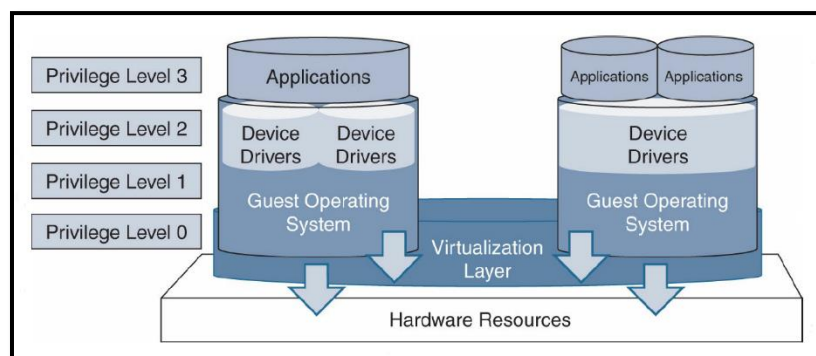


Figura 2.6. Virtualización asistida por hardware. Recuperado de Chayapathi (2016).

2.4.4. Virtualización a Nivel de Sistema Operativo

Esta técnica de virtualización posee un enfoque ligeramente diferente, pues en este caso, en lugar de ejecutar el sistema operativo invitado por separado con sus aplicaciones compartiendo el mismo hardware, estas aplicaciones pueden ejecutarse directamente en un único sistema operativo común, y, tener sus propios recursos de hardware (Chayapathi, 2016). En esta técnica, el sistema operativo común requiere de una modificación que le permita brindar un soporte para la virtualización, con la finalidad de que las aplicaciones ya no realicen un uso compartido del hardware; de modo que, las aplicaciones tienen su propio espacio de trabajo, tal como si se ejecutaran en servidores autónomos independientes.

La figura 2.7 muestra una representación de esta técnica de virtualización, donde se ve como el sistema operativo ha sido modificado para trabajar en los niveles de privilegio 0, 1 y 2, brindando así el soporte que necesitan las aplicaciones para acceder al hardware; ejemplos de esta técnica de virtualización son: contenedores Linux y Docker.

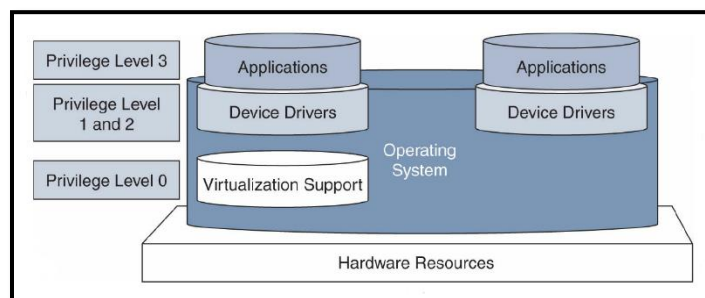


Figura 2.7. Virtualización a nivel de sistema operativo. Recuperado de Chayapathi (2016).

2.4.5. Virtualización Asistida por Software

Esta técnica de virtualización funciona en base a un programa o software, el cual, al momento de su ejecución proporciona un ambiente que simula un sistema físico con características de hardware específicas, como CPU, BIOS, memoria RAM, conexión USB, disco duro, entre otros.

“Un virtualizador por software permite simular varios computadores o sistemas operativos dentro de un mismo hardware de manera simultánea, permitiendo así el mayor aprovechamiento de recursos; por lo tanto, el rendimiento del sistema virtual varía dependiendo de las características de hardware que le han sido asignadas, y, de las características del sistema físico en el que se ejecuta” (Nube Digital, 2018). VMware es un ejemplo de esta técnica de virtualización.

2.5. Tipos de Virtualización

2.5.1. Virtualización de Servidores

Helfert (2016) manifiesta que la virtualización de servidores es la encargada de utilizar hardware físico común (redes, almacenamiento o máquinas de computación) para alojar máquinas virtuales. Un equipo host físico o anfitrión puede contener varias máquinas virtuales ejecutándose en él, de modo que un mismo conjunto de hardware se usa para ejecutar máquinas virtuales distintas; cada una de ellas con su propio sistema operativo y sus propias aplicaciones, produciendo una enorme ventaja en cuanto a diversidad para la red.

Desde un punto de vista económico también existe una gran ventaja, en cuanto a reducción de costos de operación, porque al consolidar una gran cantidad de máquinas virtuales en menos máquinas físicas se requiere de una menor inversión para mantenimiento, enfriamiento y electricidad. Ruparelia (2016) indica que un gran beneficio adicional es que, al tener menos máquinas físicas y menos facturas de electricidad, se logra contribuir a la preservación y respeto al medio ambiente.

“Cuando se agrupan varias máquinas virtuales de tal modo que puedan formar o dejar de formar parte de un grupo instantáneamente, existe una situación en la que es posible escalar los recursos para adaptarse a cualquier cambio, ya sea un aumento o disminución de la demanda” (Zhang, 2015). Este cambio instantáneo en el número de máquinas virtuales dentro de un grupo se conoce como elasticidad o flexibilidad de la red, que es posible debido a la virtualización del servidor, convirtiéndose en la ventaja más grande de la virtualización.

2.5.2. Virtualización de Red

La virtualización de funciones de red (NFV) es un concepto que en varias ocasiones se confunde con la virtualización de red; en realidad, la virtualización de red es una tecnología anterior y presenta poca relevancia para NFV. La virtualización de red es un enfoque en el que una única red física se divide lógicamente en múltiples redes; de modo que, estas redes lógicas comparten la misma infraestructura, pero para el usuario final esto es imperceptible debido a que los protocolos y las tecnologías utilizadas hacen que estas redes parezcan ser completamente independientes, tal como si se ejecutaran sobre una infraestructura dedicada. Chayapathi (2016) dice que las redes lógicas (o

redes virtuales, como suelen denominarse) proporcionan aislamiento, privacidad y segregación a nivel de red.

Un claro ejemplo de virtualización de red es el uso de la red de área local virtual (VLAN), que ofrece una manera para que una red de campus o de oficina se divida en segmentos virtuales que comparten la misma infraestructura física. La figura 2.8 muestra como una red física es dividida en dos redes lógicas denominadas VLAN 10 y VLAN 20.

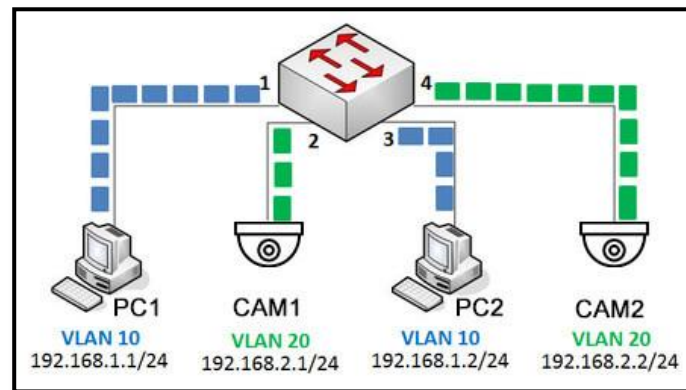


Figura 2.8. Red de área local virtual (VLAN). Recuperado de Learn CCTV (2018).

2.5.3. Virtualización de Aplicaciones

El objetivo principal de la virtualización de aplicaciones es aislar la aplicación del sistema operativo, con lo que se consigue que las aplicaciones funcionen independientemente del entorno en el que se ejecutan; así, se eliminan los problemas de compatibilidad entre componentes de aplicaciones que operan en el mismo hardware y sistema operativo; además, se eliminan errores comunes en la ejecución concurrente de aplicaciones.

“La virtualización de aplicaciones se encarga de entregar una determinada aplicación que se encuentra alojada en una o varias máquinas virtuales, a una gran cantidad de usuarios” (Ruparelia, 2016). La aplicación se puede ubicar en la nube dentro de máquinas virtuales de alta calidad, lo que incrementa su costo; pero, debido a que una gran cantidad de usuarios acceden a ella, surge una ventaja, ya que los costos son compartidos por estos usuarios haciendo que la aplicación se vuelva más económica; asimismo, existen aplicaciones virtuales que se entregan al usuario sin costo alguno.

El usuario final no necesita tener hardware de alta calidad para ejecutar la aplicación; una máquina económica, como una estación de trabajo de gama baja o una terminal convencional de cliente es suficiente. En caso de que los datos utilizados por la aplicación virtual se almacenen en la

nube, el usuario no está atado a ningún dispositivo o ubicación para usar la aplicación o acceder a sus datos; normalmente, en estos casos la aplicación virtual se consume por el usuario a través de una aplicación móvil o un navegador de internet.

2.5.4. Virtualización de Funciones de Red

Pavlov (2018) afirma que NFV es una técnica que amplía la idea de virtualización de servidores a dispositivos de red, disociando las funciones de red del hardware dedicado, para que los servicios realizados por switches, routers o firewalls, sean hospedados en máquinas virtuales. Con NFV es posible construir una cadena de servicios sin adquirir dispositivos de red de uso específico; por lo tanto, se disminuye la cantidad de hardware propietario requerido para poner en marcha y operar los servicios de red, reduciendo tanto los gastos de capital como los gastos operativos.

Fue tanto el éxito de la virtualización de servidores, que provocó que los operadores de red adopten NFV; en consecuencia, empujó a los fabricantes de equipos de red a dejar de fabricar dispositivos únicos con funciones de hardware personalizadas, y, empezar a permitir que sus sistemas operativos de red se ejecuten en un ambiente virtualizado.

Puesto que NFV sigue los pasos de la virtualización de servidores relativamente madura, aprovecha una serie de herramientas desarrolladas para eso. Algunos ejemplos de herramientas de virtualización de servidor que se adaptan para las implementaciones de NFV son: Openstack, vSphere de VMWare y Kubernetes.

2.6. Computación en la Nube

Antonopoulos (2017) manifiesta que aun cuando en la actualidad la tecnología de la información (TI) se ha vuelto prácticamente omnipresente en el hogar y en el trabajo, la industria todavía se encuentra en pañales; de modo que, la computación en la nube o cloud computing, como se la conoce en inglés, siendo una de las últimas innovaciones de TI aun está en su etapa de formación.

2.6.1. Definición de Computación en la Nube

Ruparelia (2016) manifiesta que la computación en la nube es un modelo de TI que promueve la disponibilidad; asimismo, que permite un acceso de red ubicuo, conveniente y bajo demanda hacia un conjunto compartido de recursos informáticos configurables como almacenamiento, aplicaciones

o servicios que puedan aprovisionarse y lanzarse rápidamente, con un mínimo esfuerzo administrativo o una minúscula interacción por parte del proveedor de servicios.

La definición expuesta por Ruparelia (2016) brinda una idea clara de lo que es la computación en la nube; sin embargo, para comprenderla de mejor manera se puede analizar una definición más simple: Chayapathi (2016) afirma que la computación en la nube o cloud computing no es más que una innovadora forma de prestación de servicios dentro del ámbito de TI, válida para pequeños consumidores, para pequeñas y grandes empresas e incluso para la administración pública.

2.6.2. Diferencia entre Virtualización y Computación en la Nube

Ruparelia (2016) afirma: “La virtualización por sí misma no es un servicio, mas bien, la virtualización se puede usar juntamente con otros procesos y herramientas comerciales para crear una oferta de computación en la nube, lo que sí es un servicio”. Entonces, la virtualización puede actuar como una tecnología base para permitir la computación en la nube, teniendo en cuenta varios aspectos adicionales.

Dentro de estos aspectos adicionales para el despliegue de una nube, se debe tener en consideración: estandarizar las ofertas de los servicios, hacer que estos servicios estén disponibles a través de portales simples, medir su disponibilidad, organizarlos para satisfacer la demanda, proporcionar un marco de seguridad, proporcionar informes instantáneos, y, tener un mecanismo de facturación en función del uso. Por lo tanto, la computación en la nube es toda una infraestructura de servicio, pero tiene como pilar fundamental la tecnología de virtualización.

2.6.3. Características de la Computación en la Nube

Chayapathi (2016) manifiesta que la computación en la nube tiene cinco características esenciales que son: acceso ubicuo, disponibilidad según demanda basada en el autoservicio del consumidor, rápida elasticidad, agrupación de recursos, y, uso medido del servicio.

2.6.3.1. Acceso Ubicuo

El acceso ubicuo a través de una red es una característica sumamente importante, porque el usuario no está limitado por su ubicación para utilizar el servicio en la nube; sin embargo, surge una preocupación, pues a medida que aumenta el número de usuarios, también lo hace el peligro de que

la seguridad se vea comprometida. Es por esta razón que el acceso a la red puede estar limitado a una red privada o una comunidad de usuarios; de modo que, una red privada se traduce en un modelo de nube privada, y, una comunidad de usuarios se traduce en un modelo de nube comunitaria.

2.6.3.2. Autoservicio del Consumidor

Esta característica del autoservicio a pedido o la disponibilidad bajo demanda, tiene la ventaja de que le permite al usuario consumir el servicio cuando lo desee. La disponibilidad tiene dos características esenciales que son:

- El servicio debe estar disponible para el usuario incluso aun cuando no lo esté utilizando, para que así, el servicio se encuentre listo para su uso cuando el usuario lo solicite; por lo tanto, es recomendable utilizar un software de gestión de red que permita medir el tiempo de actividad de los servicios, pues este tiempo debe ser muy bueno.
- El servicio debe mantenerse disponible mientras el usuario lo usa; por lo tanto, la experiencia del usuario no debe verse afectada, incluso si se presenta un aumento en el número de usuarios del servicio.

2.6.3.3. Rápida Elasticidad

Independientemente de las diferentes demandas que se añadan al servicio, este debe permanecer disponible para el usuario; por ejemplo, el usuario puede tener un servicio IaaS en la nube en el que aloja su sitio web, de modo que, el nivel de uso del servicio varía según los visitantes que accedan al sitio; asimismo, dependerá de una serie de factores, como la hora del día, si es un fin de semana o si tiene una campaña de marketing en ejecución. Como resultado, se obtiene que la carga sobre la infraestructura de computación en la nube varía de acuerdo con estos niveles de uso; por tal motivo, la infraestructura tiene que adaptarse a estos cambios, incrementando la capacidad cuando se presente una mayor demanda, y, disminuyendo la capacidad cuando exista menos demanda. El incremento de capacidad se traduce en ocupar recursos de la infraestructura que en ese momento no estén siendo utilizados en otros lugares; mientras que el decremento de capacidad se traduce en liberar recursos de la infraestructura para que puedan ser utilizados en otros lugares. A este escalamiento del servicio se lo conoce como elasticidad o flexibilidad.

La elasticidad se basa en un método de escalabilidad. Existen dos tipos de escalabilidad; primero, la escalabilidad horizontal, que es cuando se incrementa la cantidad de recursos de la infraestructura para satisfacer la demanda, por ejemplo, más plataformas informáticas; segundo, la escalabilidad vertical, que es cuando se mejora el rendimiento de los recursos existentes actualizándolos, por ejemplo, aumentando la cantidad de memoria.

Elasticidad se refiere a utilizar la escalabilidad horizontal; de modo que, para poder implementar esta elasticidad, los recursos informáticos de la infraestructura de computación en la nube deben agruparse; así, lo mejor es virtualizar los recursos, porque de esta manera es posible utilizar software para agruparlos y desagruparlos automáticamente.

2.6.3.4. Agrupación de Recursos

Chayapathi (2016) afirma que, desde el punto de vista del proveedor de computación en la nube, es la virtualización del hardware la que le permite agrupar y compartir recursos de una manera elástica. Es decir, la computación en la nube utiliza las técnicas de virtualización para realizar la agrupación de recursos en su infraestructura.

Este mismo principio se puede aplicar al software; así, se puede tener aplicaciones virtuales capaces de agruparse para brindar elasticidad al usuario; sin embargo, esta tecnología aún se encuentra en su etapa formativa, debido a varios problemas comerciales, como, por ejemplo, los acuerdos de licencia o el modelo de facturación.

Cuando varios usuarios utilizan los mismos recursos virtuales en la nube, como el software, el almacenamiento o las máquinas virtuales, se dice que, estos recursos poseen varios inquilinos; entonces, la agrupación de recursos para poder proporcionar un servicio compartido y común a cada usuario se conoce como, un modelo de servicio multi cliente.

2.6.3.5. Uso Medido del Servicio

Es un asunto obligatorio para el proveedor de computación en la nube, medir el consumo del servicio, y, hacer esta métrica transparente para el usuario; así, el proveedor evita conflictos en cuanto a los costos asociados a los recursos consumidos, generando un buen ambiente de negocio. Por otra parte, es muy importante que el usuario sepa qué recursos informáticos está consumiendo y los costos

relacionados con este consumo; así que, además de medir el consumo el proveedor de computación en la nube debe cerciorarse de que los usuarios han sido correctamente informados acerca de los costos del servicio.

2.6.4. Actores de la Computación en la Nube

La creación, la entrega y el consumo de servicios en la nube, tienen como protagonistas a cuatro participantes o actores distintos que interactúan en la cadena de suministro; estos actores son: el consumidor, el proveedor, el creador y el corredor de servicios.

2.6.4.1. Consumidor de Servicios

El consumidor puede ser una persona o conjunto de personas que utilizan servicios de computación en la nube. Este consumidor, usuario o cliente, generalmente mantiene un catálogo de servicios que probablemente consumirá; de modo que, para incluir o no un servicio de computación en la nube dentro de este catálogo, el consumidor toma como referencia las principales características del servicio, como el costo, la calidad y la puntualidad.

2.6.4.2. Proveedor de Servicios

Antonopoulos (2017) manifiesta que, dentro de la nube un proveedor de servicios es una entidad que se encarga de brindar servicios al consumidor; por lo tanto, el proveedor organiza y dirige la configuración y activación de estos servicios para que lleguen al consumidor de manera apropiada. El proveedor del servicio también puede mantener un catálogo acerca de los servicios que se proporcionan, junto con el costo y la información contractual; en este sentido, el proveedor debe hacer una distinción con respecto al costo y precio de un servicio. El costo hace referencia al valor monetario de los insumos que como proveedor debe tolerar para proporcionar el servicio de manera rentable; mientras que el precio hace referencia al valor monetario cargado al consumidor.

2.6.4.3. Creador de Servicios

Peña (2013) manifiesta que un creador de servicios es aquel que crea el servicio y lo suministra al proveedor del servicio; de modo que, la función principal del creador de servicios es reunir y optimizar el suministro de recursos que sustentan un servicio de computación en la nube. Opcionalmente, un creador de servicios puede actuar también como un proveedor de servicios.

2.6.4.4. Corredor de Servicios

Un corredor de servicios es aquel que actúa como intermediario entre un consumidor de servicios y una cantidad de proveedores de servicios. El corredor juega tres roles o papeles distintos:

- Evita que un consumidor se ate a un proveedor en particular, para que así, el consumidor pueda usar proveedores distintos para utilizar el mismo servicio.
- Agrega servicios de varios proveedores y proporciona un servicio único para el consumidor que es una composición de varios servicios.
- Organiza y dirige los servicios al consumidor a partir de una serie de proveedores en función de los parámetros óptimos de costo, calidad y puntualidad.

El corredor, al igual que el proveedor, hace la misma distinción entre costo y precio para los servicios; por lo tanto, en esencia, el precio del proveedor se convierte en el costo del corredor, y, el precio del corredor se convierte en el costo del consumidor. De manera similar, los acuerdos de nivel de servicio representan los beneficios que se acumulan en toda la cadena, desde el creador del servicio en la nube hasta el consumidor del servicio.

2.6.5. Servicios en la Nube

En términos generales, contratar un servicio de computación en la nube no es distinto a contratar algún servicio tradicional con alguna empresa, como, por ejemplo, televisión por cable o un plan de telefonía móvil; de modo que, al igual que con otro servicio, prevalecen los criterios esenciales a la hora de seleccionar la mejor empresa, como su integridad y reputación, la calidad de las prestaciones y la tarifas que cobrará por la prestación de sus servicios.

2.6.5.1. Acuerdo de Nivel de Servicio

Antonopoulos (2017) manifiesta que lo más probable al momento de contratar un servicio de computación en la nube, es que al consumidor no le importe la cantidad de empleados que la empresa utiliza para implementar sus servicios, tampoco el software utilizado, ni las computadoras o equipos en las que se instala dicho software. De modo que, el interés del consumidor siempre está en el servicio que ofrece la empresa y sus beneficios; así, estos beneficios del servicio son los que forman el contrato o vínculo entre el consumidor y la empresa proveedora, en un formato escrito o no escrito;

dicho contrato se denomina acuerdo de nivel de servicio (SLA). Un servicio de computación en la nube resulta ser una colección de sistemas de TI, componentes y recursos que trabajan en conjunto para proporcionar un valor a los consumidores. Para medir y acordar este valor recibido, generalmente se usan dos parámetros que son: el costo y el SLA; este último, es esencialmente un contrato entre el consumidor y el proveedor en términos de qué tan rápido se entregará el servicio, su calidad y alcance; se debe tener en cuenta, que estos parámetros representan el beneficio que el proveedor brinda al consumidor del servicio.

2.6.5.2. Acuerdo de Nivel de Operación

En caso de que el consumidor del servicio resulte ser interno de la empresa, por ejemplo, un departamento de marketing, entonces el acuerdo interno de esa compañía entre el departamento del proveedor y el departamento del consumidor se denomina acuerdo de nivel operacional (OLA). De modo que, el objetivo de este acuerdo es definir los servicios que se prestan a otra parte de la misma organización; asimismo, establecer la relación entre las partes, y, respaldar la prestación de servicios del proveedor hacia los consumidores.

2.6.5.3. Objetivos de Nivel de Servicio

Helfert (2016) manifiesta que cuando ya se ha contratado el servicio, si el consumidor desea asegurarse de que se cumpla con el SLA establecido, puede implementar varias métricas para monitorear el desempeño del servicio; sin embargo, el proveedor utiliza internamente estas métricas como objetivos para garantizar que se cumpla el SLA general. Estos objetivos o métricas se conocen como objetivos de nivel de servicio (SLO). Desde el punto de vista de TI, los SLO son características medibles y específicas del SLA, como, por ejemplo, el tiempo de actividad, el rendimiento, la capacidad de recursos disponible, el tiempo de respuesta y el tiempo de entrega.

2.6.6. Modelos de Servicio

En este apartado se analiza a la computación en la nube desde el punto de vista de los usuarios, clientes o consumidores; de modo que, cada uno de los consumidores de computación en la nube, tiene distintas opciones para interactuar con su proveedor.

2.6.6.1. Infraestructura como Servicio

Ruparelia (2016) afirma: “Esto se trata de un nivel de servicio afín a la capa de infraestructura de la computación en la nube; por lo que, se lo conoce a modo de infraestructura como servicio (IaaS)” En este caso, los consumidores pueden especificar con detalle el tipo y la versión de hardware y software que desean utilizar, como, por ejemplo, el sistema operativo que será instalado, la memoria que tendrá el hardware, el espacio de almacenamiento y demás requerimientos computacionales.

Los modelos más comunes de IaaS son cuando se usa la nube para transferir o almacenar archivos, como, por ejemplo: videos, datos o imágenes. IaaS representa una entrega de recursos como procesamiento, almacenamiento o redes, a modo de un servicio a través de internet; además, provee una enorme flexibilidad y un esquema de pago basado en el uso, que es un gran beneficio, porque les permite a los consumidores pagar a medida que utilizan el servicio. Los ejemplos comerciales más relevantes de IaaS son: Amazon EC2, GoGrid, Flexiscale, Layered Technologies, AppNexus, Joyent y Mosso / Rackspace.

2.6.6.2. Plataforma como Servicio

En este caso, el proveedor proporciona un entorno que incluye todos los sistemas y ambientes necesarios para desarrollar, probar, implementar y hospedar aplicaciones web sofisticadas, así como diversos servicios a través de internet. El consumidor puede especificar el tipo de software que desea utilizar, como, por ejemplo, el tipo de sistema operativo, mientras que el proveedor decide lo demás; de modo que, el proveedor facilita una plataforma completa con hardware y software; a este nivel de servicio se le conoce con el nombre de plataforma como servicio (PaaS).

PaaS puede recortar el tiempo de desarrollo de aplicaciones y servicios; asimismo, puede ofrecer cientos de herramientas fácilmente disponibles, en comparación con el desarrollo de aplicaciones convencionales. Los ejemplos comerciales más relevantes de PaaS son: Google AppEngine y Microsoft Azure.

2.6.6.3. Software como Servicio

Pavlov (2018) manifiesta que, en este caso, el consumidor puede escoger el tipo y el formato de datos que le gustaría manejar tanto de entrada como de salida, dejando que la empresa proveedora

use el hardware y el software que desee para generar estos datos.” De modo que, al ser el proveedor quien decide el software y la plataforma informática apropiada para el consumidor, este último sólo se preocupa por la precisión y la puntualidad con la que se manejan sus datos. A este nivel de servicio se lo conoce con el nombre de software como servicio (SaaS).

SaaS también es conocido como el modelo del proveedor de servicios de aplicaciones; así, es anunciado por muchos como la nueva era en la entrega de software de aplicaciones, ya que permite admitir múltiples consumidores simultáneamente. Los ejemplos comerciales más destacados de proveedores de SaaS incluyen a Salesforce.com, NetSuite, Oracle, IBM y Microsoft Office 365.

La figura 2.9 muestra, de izquierda a derecha, la estructura de los modelos de servicio: IaaS, PaaS y SaaS. En la figura se aprecia un esquema de la infraestructura de computación en la nube por cada servicio, y, encada uno se señala la porción de infraestructura que es controlada, ya sea, por el proveedor o por el consumidor.

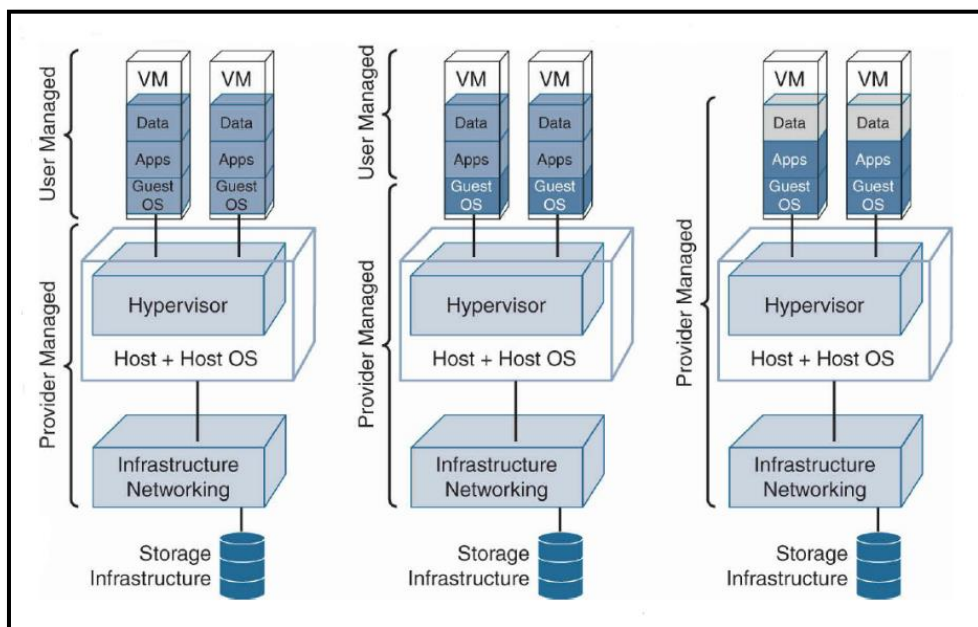


Figura 2.9. Modelos de servicio: IaaS, PaaS y SaaS. Recuperado de Chayapathi (2016).

2.6.6.4. Proceso Comercial como Servicio

En este caso, el consumidor debe ser una empresa que requiere externalizar alguna de sus funciones a otra empresa; de modo que, se realiza un convenio en base al costo por el servicio y a un SLA, lo que equivale a contratar una función comercial completa o un proceso, a otra empresa. Esta otra empresa puede ser reemplazada por un servicio de computación en la nube; por lo tanto, el servicio en la nube que proporciona una función comercial se denomina proceso comercial como

servicio (BPaaS). BPaaS es una forma de externalización de procesos comerciales (BPO), que emplea un modelo de servicio de computación en la nube; sin embargo, el objetivo del BPO tradicional, es reducir los costos de mano de obra, mientras que el objetivo de BPaaS, es reducir la cantidad de mano de obra a través de una mayor automatización; de modo que, de una forma indirecta, también se reducen los costos al utilizar BPaaS.

2.6.6.5. Información como Servicio

En este escenario, lo que el consumidor desea es mantener información actualizada acerca de un tema en específico, como, por ejemplo, obtener las últimas regulaciones en materia contable; de modo que, el proveedor de computación en la nube puede proporcionarle un servicio de información acerca de este tema al consumidor, lo que se conoce con el nombre de información como servicio (INaaS). Dado que los códigos y regulaciones fiscales se actualizan a medida que cambia la ley, este es un servicio que no sólo depende del almacenamiento de datos, sino también, de la manipulación de esos datos para proporcionar información significativa.

2.6.7. Modelos de Implementación en la Nube

Chayapathi (2016) manifiesta que la computación en la nube tiene cuatro modelos de implementación distintos. Estos modelos de implementación son: nubes públicas, nubes privadas, nubes comunitarias y nubes híbridas.

2.6.7.1. Nube Pública

Una nube pública es aquella que proporciona servicios a cualquier usuario que tenga acceso a internet; de modo que, este servicio puede ser proporcionado por recursos informáticos ubicados en cualquier parte del mundo.

Este tipo de nube representa una desventaja para algunas compañías, empresas o instituciones; se trata de la integridad de datos, desventaja que surge debido a razones regulatorias; es decir, las empresas con sede en los Estados Unidos no pueden almacenar datos de usuarios en otros países. Las instituciones financieras, sobre todo, deben cumplir con estrictas regulaciones de esta naturaleza; como resultado se obtiene que, estas organizaciones generalmente tienden a apoyar las nubes privadas.

2.6.7.2. Nube Privada

Una nube privada es la que proporciona servicios a una sola entidad, ya sea una organización gubernamental, una empresa comercial o una institución académica; de modo que, los servicios en la nube se proporcionan a esta entidad desde su propia red privada. Por lo general, sólo las grandes empresas pueden darse el lujo de tener nubes privadas; en cambio, las pequeñas o medianas empresas tienen la opción de una nube comunitaria.

2.6.7.3. Nube Comunitaria

Una nube comunitaria es aquella que proporciona un término medio entre una nube privada y una pública. Varias entidades con intereses comunes, que van desde individuos hasta empresas, pueden agrupar sus recursos para crear una nube comunitaria; por lo tanto, estas nubes toman diversas formas, por ejemplo, una nube bancaria en Suiza al servicio de los bancos cantonales, una nube de la industria del papel en los países nórdicos, o, una nube para la industria de la salud en los Estados Unidos. Sin embargo, también se pueden tener nubes comunitarias para diversos grupos de interés, por ejemplo, para jugadores de ajedrez y numismáticos.

2.6.7.4. Nube Híbrida

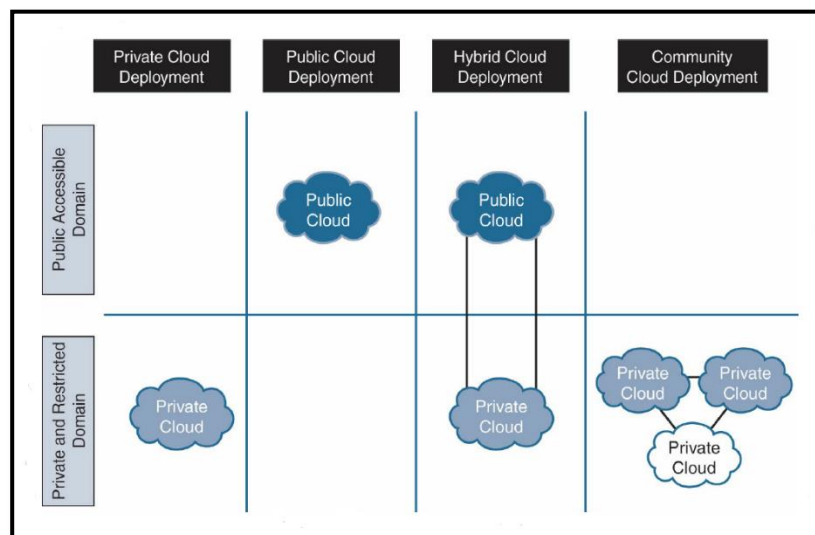


Figura 2.10. Modelos de implementación en la nube. Recuperado de Chayapathi (2016).

González (2016) afirma que: “Una nube híbrida es esencialmente una combinación de los otros tipos de nubes; de modo que, se requiere su uso principalmente cuando un servicio en la nube necesita usar los recursos informáticos de otras nubes debido a que sus propios recursos se están utilizando a plena capacidad.” Este concepto se conoce como explosión de nubes, porque el servicio

sale de su nube para utilizar recursos de otras nubes, y, así cumplir con su acuerdo de nivel de servicio. La figura 2.10 muestra la naturaleza de los modelos de implementación en la nube, donde, se puede apreciar una clasificación de cada modelo de acuerdo con dos tipos de dominio, un dominio accesible o público, y, un dominio restringido o privado.

2.7. Redes Definidas por Software

En las redes de comunicación, como el internet, por ejemplo, cada dispositivo de red cumple con funciones de control y de reenvío. Chayapathi (2016) manifiesta que las redes definidas por software (SDN) precisan una metodología donde el plano de control se separa del plano de reenvío, trasladando las funciones de control de los dispositivos de red hacia un dispositivo central o clúster; de modo que, el objetivo de SDN es permitir que los dispositivos de red ejecuten funciones solo de reenvío. SDN también hace posible una red heterogénea independiente del proveedor, porque permite reemplazar las interfaces propietarias entre estos planos por protocolos de comunicación abiertos aceptados por la industria.

En una red convencional, cuando un paquete llega a un switch, las reglas del firmware propietario del switch le indican como tratar este paquete; en cambio, en una SDN, desde una consola de control centralizada el administrador puede cambiar cualquier regla de los switches cuando sea necesario, regulando la prioridad o bloqueando tipos específicos de paquetes, obteniendo un nivel de control muy alto sobre el tráfico de la red. Esto se vuelve especialmente útil en una arquitectura de computación en la nube, porque le permite al administrador manejar cargas de tráfico de manera más flexible y eficiente. Actualmente, la especificación más popular para crear una SDN es un estándar abierto llamado OpenFlow.

2.8. Hiperconvergencia

Arias (2015) manifiesta que la hiperconvergencia es una evolución de la infraestructura convergente, y, que emplea la arquitectura x86 para crear una plataforma de TI todo en uno; por lo tanto, una infraestructura hiperconvergente incluye capacidades de almacenamiento, redes, administración de datos y todas las particularidades de la informática que pueden encontrarse en un

data center tradicional; así, es posible implementar una propia infraestructura de computación en la nube, más rentable y eficiente que la nube pública.

La ventaja más importante de la hiperconvergencia es su arquitectura simple basada en dispositivos o servidores x86; de modo que, sobre estos servidores se debe instalar software especializado como Hewlett Packard Enterprise (HPE) o VMware, para crear el entorno hiperconvergente. A este grupo de servidores se lo denomina clúster de hiperconvergencia, y, puede escalar elásticamente con la inserción de más dispositivos, brindando simplicidad, agilidad y economía. Otras ventajas de la infraestructura hiperconvergente son la administración centralizada, la virtualización de servidores, y, el almacenamiento definido por software, como un sistema de archivos distribuido, por ejemplo.

Hiper hace referencia a hipervisor, de modo que, la hiperconvergencia se apoya en la tecnología de virtualización; por lo tanto, las funciones de esta infraestructura se ejecutan como un software gracias a un hipervisor, en una capa plenamente integrada, prestando servicios que antes se proporcionaban por medio de hardware.

CAPÍTULO III: DESPLIEGUE DE LOS SERVIDORES DE LA FICA SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE NUBE DE CEDIA

3.1. Introducción

En este capítulo se lleva a cabo la instalación de los servidores ubicados en el data center de la FICA sobre la nube privada de CEDIA, cuyo desarrollo se divide en 3 fases: Estudio de Benchmarking Anterior, Despliegue de los Servidores sobre la Nube de CEDIA, y, Estudio de Benchmarking Posterior.

Estudio de Benchmarking Anterior: En esta fase se aplica la plataforma de benchmarking Phoronix Test Suite para ejecutar varias pruebas o tests sobre los servidores presentes en la infraestructura de la FICA, con el objetivo de determinar el estado actual de rendimiento que tienen dichos servidores.

Despliegue de los Servidores sobre la nube de CEDIA: Esta es la segunda fase, en esta fase se lleva a cabo el dimensionamiento de los recursos computacionales requeridos para que las máquinas virtuales alojen a los servidores exitosamente; asimismo, se realiza la instalación de los servidores virtuales y se efectúan pruebas de funcionamiento, haciendo especial énfasis en demostrar la mejora en la velocidad de acceso a través de la red avanzada de CEDIA.

Estudio de Benchmarking Posterior: Se trata de la tercera y última fase, en esta fase se aplica nuevamente la plataforma de benchmarking Phoronix Test Suite para ejecutar varias pruebas o tests con el mismo objetivo, pero en esta ocasión sobre los servidores virtuales desplegados en la infraestructura de CEDIA.

3.2. Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia

“CEDIA es la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia; fue creada para promover la exploración y resultados de proyectos innovadores que vinculan a instituciones ecuatorianas” (Red CEDIA, 2018). Para lograr su finalidad, CEDIA relaciona a investigadores, docentes y estudiantes a través de proyectos, concursos e iniciativas de desarrollo científico, generando un círculo de crecimiento constante entre las instituciones académicas.

3.2.1. Servicio de Nube

El servicio de nube se trata de recursos de cómputo dedicados a investigadores para producir información o publicar su investigación de una manera más eficiente. “La nube privada de CEDIA permite el abastecimiento de servidores virtuales para facilitar el trabajo de los investigadores de las instituciones miembros de CEDIA; por lo tanto, posibilita la instalación y despliegue de distintos servicios informáticos, a los que se accede a través de la red avanzada o internet comercial, sin que los investigadores deban preocuparse de su administración o seguridad, optimizando tiempo y recursos” (Red CEDIA, 2018).

3.2.1.1. Funcionamiento

La nube privada de CEDIA funciona en base a 3 distintos tipos de servicios, que son:

Research Cloud: Se trata de una nube de cómputo dedicada a proyectos de investigación CEPRA, donde los autores del proyecto pueden solicitar capacidades de cómputo y almacenamiento en la nube de CEDIA.

Institutional Cloud: En este tipo de servicio cada institución miembro de CEDIA, según su plan contratado, tiene capacidades de cómputo y almacenamiento en la nube.

IaaS: Facilita el uso de un computador virtual con las características que se requiera; por lo tanto, se crea un servidor virtual donde se pueden instalar diferentes aplicaciones que tardarían días en ser instalados sobre un computador normal.

Para el presente proyecto se hace uso del servicio de nube IaaS; por lo tanto, a través de una infraestructura como servicio, CEDIA proporciona recursos computacionales específicos para cada uno de los servidores en las respectivas máquinas virtuales a desplegarse.

3.2.1.2. Sistema de Virtualización VMware

CEDIA utiliza la plataforma VMware para proporcionar el servicio de nube. “VMware es un sistema o plataforma de virtualización por software; por lo tanto, se trata de un programa que simula un sistema físico con características de hardware determinadas; cuando se ejecuta el programa o simulador, este proporciona un ambiente de ejecución equivalente a todos los efectos de un computador físico, con CPU, memoria RAM, disco duro, entre otros” (Nube Digital, 2018).

3.2.1.3. Beneficios

El servicio de nube IaaS proporcionado por CEDIA brinda los siguientes beneficios:

- Mejora la conectividad y la velocidad.
- La infraestructura está respaldada por energía eléctrica alterna, almacenamiento, backups, sistema de respuesta inmediata a fallos y sitios de contingencia.
- Los investigadores pueden instalar software para almacenar información relacionada con los proyectos CEPRA financiados por CEDIA.
- Las instituciones pueden solicitar hardware o software como servicio (Dspace, federaciones, IaaS, SaaS, entre otros), bajo demanda y con costo adicional.

3.2.2. Red Avanzada

“Se trata de la red de conectividad académica mundial, que permite la transmisión de enormes volúmenes de información a grandes velocidades, mediante anillos de fibra óptica de última generación que proporcionan alta conectividad” (Red CEDIA, 2018). La figura 3.1 muestra como la red avanzada de CEDIA se encuentra distribuida en el Ecuador, con sus puntos de conexión ubicados en 7 ciudades de manera estratégica para asegurar la calidad del servicio, cuya capacidad inicial es de 100 Gbps (10*10G) para las instituciones miembros en el país.



Figura 3.1. Red avanzada de CEDIA en Ecuador. Recuperado de Red CEDIA (2018).

Red CLARA es la Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas, formada por redes de instituciones pares de Latinoamérica conocidas como Redes Nacionales de Investigación y Educación (RNIE), como es el caso de CEDIA, que es la RNIE del Ecuador. “Red CLARA, a su vez, interconecta a las RNIE’s latinoamericanas con las redes avanzadas internacionales en Norte América y en distintos continentes como: Europa, Asia y África. Entre estas redes se encuentran Intenet2, GEANT2, CANARIE, APAN, UbuntuNet, ESNET y NLR” (Red CEDIA, 2018).

3.2.3. Ventajas de Desplegar los Servidores sobre la Nube de CEDIA

Al instalar los servidores sobre la nube de CEDIA se obtienen las siguientes ventajas:

- Optimización de los recursos computacionales a través de la infraestructura de nube.
- Ahorro de presupuesto en infraestructura física; reducción de gastos, espacio y tiempo.
- Los servidores serán accesibles desde cualquier lugar y en cualquier momento.
- Mejora en la velocidad de acceso a los servidores debido a la utilización de la red avanzada con respecto al internet comercial.
- Es posible redimensionar las máquinas virtuales que alojan a los servidores.
- Incremento de la seguridad tanto física como lógica debido a la alta gama de su infraestructura de hardware.
- Olvidarse de tareas de mantenimiento ya que CEDIA lleva a cabo dichos procedimientos.

Los servidores virtuales serán accesibles a través del internet comercial y de la red avanzada, siendo esta la mejor ventaja porque la red avanzada es una red paralela al internet que sólo transporta información académica; por lo tanto, la velocidad de transmisión mejora notablemente debido a que la cantidad de tráfico en esta red es mucho menor con respecto al internet comercial.

3.3. Universidad Técnica del Norte como Miembro de CEDIA

CEDIA cuenta actualmente con un total de 50 miembros clasificados en 3 grupos; así, el primer grupo corresponde a universidades, con un total de 38 miembros; el segundo grupo son institutos, con un total de 6 miembros, y, el tercer grupo son colegios, también con un total de 6 miembros. Estos miembros se pueden clasificar en dos tipos que son miembros plenos y miembros adherentes, y, a su vez, los miembros plenos se subdividen en miembros plenos públicos y miembros plenos privados; la UTN es un miembro pleno público de CEDIA.

3.3.1. Paquete Contratado

CEDIA ofrece a sus miembros plenos 6 paquetes de servicios en total; así, en la tabla 3.1 se muestran estos 6 tipos de paquetes, y, cuál es el contratado por la UTN.

Tabla 3.1. Paquetes contratados por los miembros plenos públicos de CEDIA.

Siglas	Universidad	Plan
UA	Universidad de las Artes	Básico
YACHAY	Universidad Yachay Tech	Básico
IKIAM	Universidad Regional Amazónica	Básico
UEA	Universidad Estatal Amazónica	Intermedio
UNAE	Universidad Nacional de Educación	Intermedio
UPEC	Universidad Politécnica Estatal del Carchi	Intermedio
SPAM	Esa Superior Politécnica de Manabí	Intermedio
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada	Avanzado 1
UTMACH	Universidad Técnica de Machala	Avanzado 1
UNL	Universidad Nacional de Loja	Avanzado 2
UEB	Universidad Estatal de Bolívar	Avanzado 2
ULEAM	Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	Avanzado 2
UNACH	Universidad Nacional de Chimborazo	Avanzado 2
UNEMI	Universidad Estatal de Milagro	Avanzado 2
EPN	Escuela Politécnica Nacional	Avanzado 3
ESPE	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	Avanzado 3
UTN	Universidad Técnica del Norte	Avanzado 3
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Avanzado 3
UCE	Universidad Central del Ecuador	Avanzado 3
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral	Avanzado 4
UTA	Universidad Técnica de Ambato	Avanzado 4
UTB	Universidad Técnica de Babahoyo	Avanzado 4

Fuente: Red CEDIA (2018).

La UTN tiene contratado el plan avanzado 3; por lo tanto, CEDIA le proporciona una gran cantidad de servicios clasificados en 8 grupos, que son: Conectividad, Infraestructura, Colaboratorio, Repositorios, Proyectos, Capacitación, Colaboración y Eventos.

- Conectividad: 60 Mbps de CEDIA Clean Pipe, 1200 Mbps y 4 campus adicionales para la Red Avanzada de CEDIA, 600 Mb de internet y 1200 Mbps de internet internacional; asimismo, servicio de EDUROAM, Federaciones Minga e Intercambio VoIP.
- Infraestructura: Videoconferencia multipunto a través de la Red Avanzada y videoconferencia ejecutiva; además, CEDIA grabación de eventos, Research Cloud, Institutional Cloud, Clúster HPC, CSIRT Alertas y Security Center.
- Colaboratorio: Envío de archivos, oficina virtual, comunidades y WIKI.

- Repositorios: Repositorio Multimedia, Repositorio Nacional de OA y Repositorio Semántico de Investigadores; también, mirror de software open source, 150Gb en la plataforma MOOC para realizar cursos, RRAAE y 600 licencias para paquetes Wolfram.
- Proyectos: Incubadora de proyectos y 55 Rentas Básicas Universales (RBU) para financiamiento de proyectos CEPRA.
- Capacitación: 4 cupos para certificación ESR y 20 cupos para capacitación ESRI; asimismo, financiación para proyectos CEPRA.
- Colaboración: Grupos de trabajo nacional y grupos de trabajo internacional; además, cartelera digital, listas CEDIA y participación en el proyecto ECHO.
- Eventos: 1000 USD\$ para financiamiento TICAL, TICEC y concursos Innova CEDIA.

3.4. Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

La UTN es una institución de educación superior ubicada en la ciudad de Ibarra, en Ecuador; su campus universitario cuenta con 5 facultades, una de ellas es la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas. Garrido (2016) afirma que la FICA en su edificación aloja el sistema de backup de administración de la red de la UTN, en la que se encuentra el segundo switch de core de la red; por lo tanto, en caso de presentarse un fallo en la administración central, este ocuparía la posición de sustitución del switch principal. Esta facultad ha concluido satisfactoriamente el proceso de construcción de su data center, garantizando que los equipos allí alojados cuenten con todas las seguridades, pues cumple con los estándares, normativas y demás especificaciones de construcción y equipamiento.

3.4.1. Levantamiento de Información del Data Center

El data center de la FICA cuenta con un total de 6 dispositivos de red y 12 servidores, distribuidos en 3 racks de comunicaciones; así, a cada rack se le asigna un número de identificación, siendo de izquierda a derecha (al ingresar al data center) el rack 1, 2 y 3. La tabla 3.2 muestra cómo se encuentran distribuidos estos 18 elementos dentro de los 3 racks.

Tabla 3.2. Distribución de los dispositivos en el data center.

Dispositivo	Cantidad	Rack
Switch de Core	1	1
Switch Linksys	1	2
Switch QP-COM	1	3
Switch 3Com	1	2
Switch 3Com	1	3
Router Board 1100	1	2
Servidor Tipo Torre	2	2
Servidor Tipo Torre	4	3
Servidor Tipo Rack	6	2

Fuente: Data Center FICA.

Los servidores que se alojan en estos racks cumplen funciones específicas, enmarcadas principalmente en brindar servicios a los usuarios de la facultad; asimismo, los dispositivos de red se encuentran interconectados con estos servidores de acuerdo con la topología de red del data center, que se muestra en la figura 3.2.

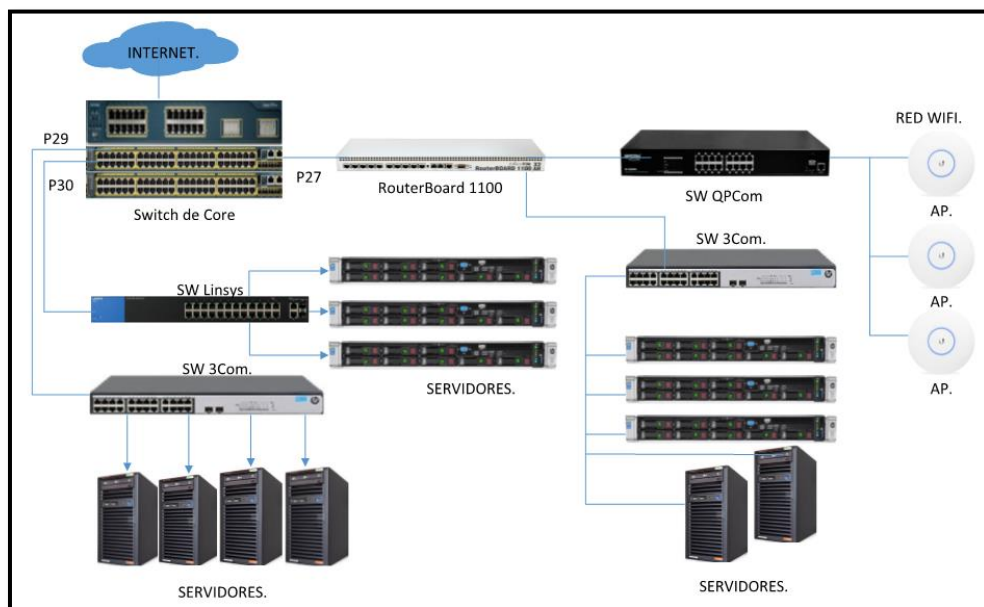


Figura 3.2. Topología de red del data center FICA. Recuperado de data center FICA.

A nivel físico, los servidores se encuentran segmentados en 3 áreas distintas, de modo que, 3 servidores tipo rack se conectan al switch marca Linksys, 4 servidores tipo torre se conectan al switch marca 3Com, y, los últimos 5 servidores, 3 tipo rack y 2 tipo torre, se conectan al otro switch marca 3Com, como se muestra en la figura 3.2; por otro lado, a nivel lógico todos los servidores forman parte de una red IPv4 privada de clase A, que es la red 10.24.8.0/24.

La tabla 3.3 muestra las características principales de los servidores, como el tipo de servicio que tienen instalado, el tipo de servidor, su estado actual y la marca del equipo.

Tabla 3.3. Características principales de los servidores del data center.

N°	Servicio	Tipo	Estado	Marca
1	Reactivos Moodle	Torre	Activo	IBM x3500 M4
2	Gestor de encuestas Opina	Torre	Activo	HP ProLiant ML150
3	Repositorio Digital Dspace	Torre	Activo	IBM x3500 M4
4	LDAP	Torre	Activo	IBM System x3200 M2
5	Control de Accesos	Torre	Activo	HP Proliant ML370
6	Sin Servicio	Torre	Activo	HP Proliant ML150 G5
7	Nube de la FICA	Rack	Activo	HP Proliant G9
8	Nube de la FICA	Rack	Activo	HP Proliant G9
9	Nube de la FICA	Rack	Activo	HP Proliant G9
10	Proyectos de CISIC	Rack	Activo	IBM System x3250
11	Proyectos de CISIC	Rack	Activo	IBM System x3250
12	Proyectos de CISIC	Rack	Activo	HP System x3650 M3

Fuente: Data Center FICA.

3.4.2. Servidores que serán Desplegados sobre la Infraestructura de CEDIA

En base al estado actual del paquete avanzado 3 que la UTN tiene contratado (según la sección 3.3.1), los administradores de CEDIA resuelven contribuir con un total de 2 máquinas virtuales para el desarrollo de este proyecto; por lo tanto, estas máquinas virtuales son dimensionadas de acuerdo con el tipo de servicio a ser desplegado sobre ellas. En este apartado se determina cuáles son los servidores que pasarán a formar parte de la infraestructura de nube de CEDIA.

Los servidores se eligen en base a su nivel de uso, de modo que, los servidores seleccionados son los más utilizados dentro de la FICA; por lo tanto, tomando como referencia la tabla 3.3, los servidores asignados son: Reactivos Moodle y Gestor de encuestas Opina. A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los servidores seleccionados, así como una lista de las características más relevantes.

3.4.2.1. Servidor Físico Moodle

Garrido (2016) manifiesta que el entorno de aprendizaje dinámico modular orientado a objetos (Moodle), es un gestor de contenidos, que se encuentra orientado principalmente al entorno educativo con el objetivo de poder crear cursos en los que los usuarios o alumnos sean capaces de

descargar, visualizar y/o consultar temarios propuestos por el administrador o docente, realizando diversas actividades interactivas. Una de las características más importantes de Moodle es que está basado en una plataforma de código abierto, siendo esta una gran ventaja para quienes decidan utilizarlo; para su despliegue utiliza PHP y MySQL.

En la tabla 3.4. se muestran las características principales del equipo en el que actualmente funciona el servidor Reactivos Moodle que dispone la FICA.

Tabla 3.4. Características principales del servidor físico Moodle.

Característica	Descripción
Marca	IBM
Serie	SYSTEM X3500 M4
Tipo	Torre
Factor de Forma	Torre de 5u
Procesador	Intel Xeon E5-2630 de 2,3 GHz
Número de Procesadores	12
Memoria RAM	7,6 GB
Disco Duro	134,4 Gb
Sistema Operativo	CentOS 6.5
Dirección IPv4 privada	10.24.8.66/24
Dirección IPv4 pública	143.255.250.39
Acceso al servicio	http://143.255.250.39:8880/fica/moodle/

Fuente: Características del servidor físico Moodle ubicado en el data center.

La figura 3.3 muestra la pantalla inicial del servicio, a la que se accede a través de un navegador web ingresando la URL (acceso al servicio) presentada en la tabla 3.4.

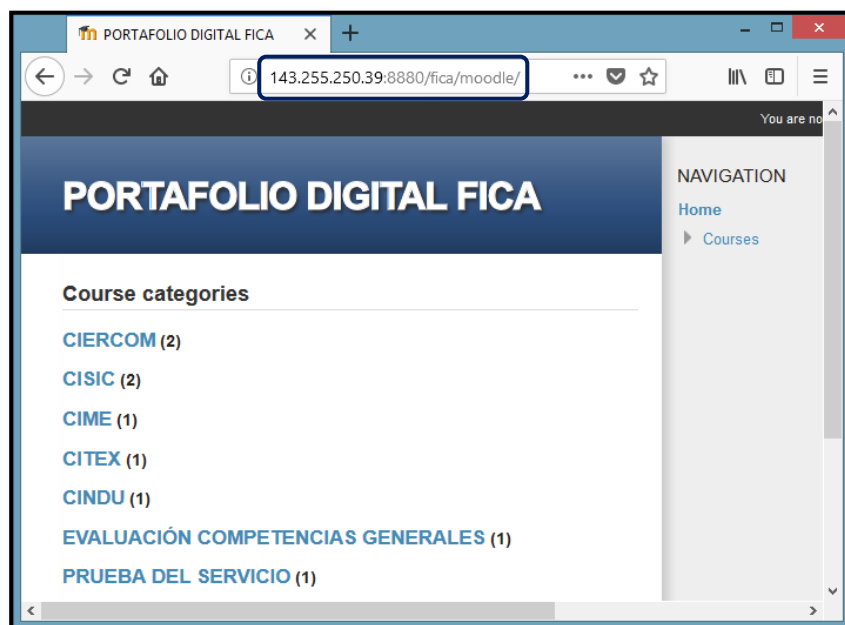


Figura 3.3. Pantalla inicial del servicio Moodle FICA. Recuperado de servidor Moodle FICA.

3.4.2.2. Servidor Físico Opina

Garrido (2016) afirma que Opina es un servicio enfocado en la modelación de encuestas, basado en una plataforma de código abierto; por lo tanto, estas encuestas pueden ser creadas y accedidas desde cualquier punto que cuente con acceso a internet. Las acciones que se pueden realizar con la adopción de este gestor de encuestas son: la creación y modificación de cuestionarios, la gestión de usuarios o encuestados, el manejo de datos estadísticos, entre otras.

Por varios años, el servidor Opina ha estado prestando sus servicios dentro de la FICA; la tabla 3.5 muestra las características principales de este servidor.

Tabla 3.5. Características principales del servidor físico Opina.

Característica	Descripción
Marca	HP
Serie	ProLiant ML150 G5
Tipo	Torre – ML
Factor de Forma	Torre de 5u
Procesador	Intel Xeon E5405 Quad Core de 2 Ghz
Número de Procesadores	4
Memoria RAM	4,8 GB
Disco Duro	149.6 GB
Sistema Operativo	Ubuntu 14.04 LTS
Dirección IPv4 privada	10.24.8.67/24
Dirección IPv4 pública	143.255.250.39
Acceso al servicio	http://143.255.250.39:8044/opina/

Fuente: Características del servidor físico Opina ubicado en el data center.

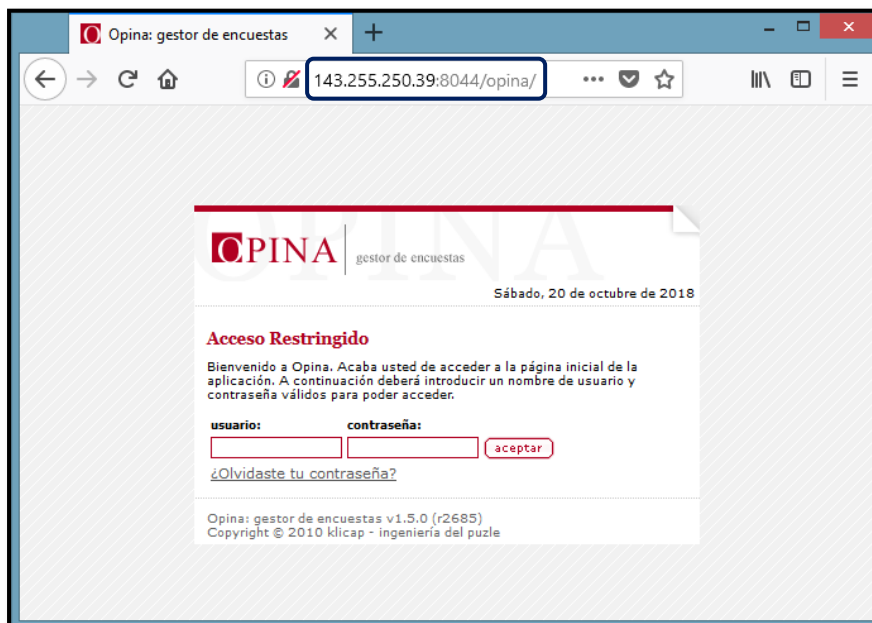


Figura 3.4. Pantalla inicial del servicio Opina FICA. Recuperado de servidor Opina FICA.

La figura 3.4 muestra la pantalla inicial del servicio, a la que se accede a través de un navegador web ingresando la URL (acceso al servicio) presentada en la tabla 3.5.

3.5. Estudio de Benchmarking Anterior

En esta fase se ejecutan varias pruebas o tests sobre los servidores alojados en el data center de la FICA, con la finalidad de determinar su estado actual de rendimiento, y, así, posteriormente comparar el rendimiento de estos servidores versus el rendimiento de los servidores alojados en la nube de CEDIA.

3.5.1. Criterio de Evaluación

Para evaluar el rendimiento de los servidores se ha decidido clasificar las pruebas de acuerdo con los recursos informáticos y telemáticos de los equipos; los recursos informáticos son los que le permiten al dispositivo procesar toda información o datos de tipo digital, mientras que los recursos telemáticos son los que le permiten comunicarse con otros dispositivos.

Para evaluar los recursos informáticos se aplica la plataforma de benchmarking Phoronix Test Suite, que evaluará el rendimiento del procesador, de la memoria RAM y del disco duro, y, para evaluar los recursos telemáticos se aplica Pingdom y Uptrends, 2 herramientas libres que evaluarán la velocidad de acceso hacia los servidores.

3.5.2. Phoronix Test Suite

Phoronix Test Suite (PTS) es una plataforma de benchmarking muy completa, que ejecuta pruebas y evaluaciones comparativas, cualitativas y cuantitativas; asimismo, proporciona una arquitectura extensible en la que se pueden agregar nuevas pruebas rápidamente, y, el único requerimiento para utilizar esta plataforma es instalar PHP (Phoronix Test Suite, 2018). PTS es un software de código abierto licenciado bajo la licencia pública general (GPL), que es una licencia de software libre ampliamente utilizada; por lo tanto, funciona en sistemas operativos Linux, Solaris, Mac OS X, Windows, Hurd y BSD. PTS puede usarse dentro de una organización para fines internos de control de calidad, validación de hardware y administración continua de integración y desempeño, ya que brinda acceso a más de 450 pruebas que abarcan el CPU, los gráficos, la memoria del sistema, el almacenamiento en disco y los componentes de la placa base; además, mientras se ejecuta cualquier

tipo de prueba, es posible registrar en tiempo real varios sensores del sistema, como el consumo de energía de la batería, la velocidad de lectura o escritura del disco, la temperatura del CPU, entre otros.

PTS permite realizar pruebas automatizadas de una manera muy sencilla, ya que basta un comando para que el software se encargue de la administración de dependencias de la prueba, la instalación, la ejecución y la agregación de resultados.

3.5.3. Detalles de las Pruebas de Rendimiento de PTS

Dentro de la plataforma de benchmarking PTS, las pruebas se encuentran clasificadas en 6 tipos que son: procesador, memoria, red, gráficos, disco duro y sistema; para el presente trabajo, se han seleccionado 3 tipos de pruebas ya que los parámetros mínimos de un servidor son: procesador, memoria y disco duro; de modo que, las pruebas tomadas en consideración para el presente proyecto son la prueba 7-Zip Compression para evaluar el rendimiento del procesador, la prueba RAMspeed para evaluar el rendimiento de la memoria RAM, y, la prueba IOzone para evaluar el rendimiento del disco duro, tal como se ve en la tabla 3.6; donde se muestra el tipo de prueba, el nombre, la versión, el tiempo de ejecución y su nombre técnico dentro de PTS. Además, todas las pruebas expresan los resultados construyendo un gráfico en base a los ejes de abscisas y ordenadas, que permite interpretar el nivel de rendimiento que tiene el servidor en base a los parámetros configurados para la prueba.

Tabla 3.6. Pruebas seleccionadas dentro de PTS.

Tipo	Nombre	Versión	Tiempo	Nombre técnico
Disco	IOzone 3.465	1.9.4	3 minutos	pts/iozone
Memoria	RAMspeed SMP 3.5.0	1.4.1	5 minutos	pts/ramspeed
Procesador	7-Zip Compression 16.02	1.7.0	5 minutos	pts/compress-7zip

Fuente: Phoronix Test Suite.

Las pruebas han sido seleccionadas en base a su popularidad dentro de la comunidad de PTS, de modo que, estas pruebas son las que la mayor cantidad de usuarios prefieren; asimismo, se estableció como parámetro de selección el tiempo de ejecución, ya que es muy importante un tiempo reducido para lograr la ejecución de varias pruebas simultáneamente en momentos específicos, obteniendo resultados de una manera rápida.

3.5.3.1. IOzone 3.465

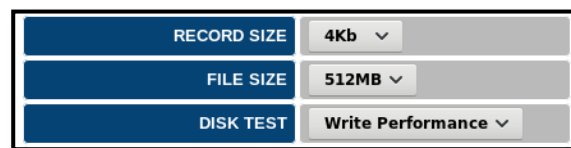
La prueba o test IOzone 3.465 evalúa el rendimiento del disco duro del sistema (OpenBenchmarking.org, 2018). La ejecución de esta prueba se basa en 3 variables, las cuales se muestran en la tabla 3.7; la variable, tamaño del registro, permite configurar el tamaño de los sectores del disco duro sobre los cuáles se escriben los datos; la segunda variable, tamaño del archivo, sirve para seleccionar la cantidad de datos que se escriben sobre los sectores, y, finalmente, la tercera variable, denominada prueba del disco, permite evaluar el rendimiento durante la escritura o durante la lectura de los datos.

Tabla 3.7. Variables de la prueba IOzone 3.465.

N°	Variable	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4
1	Tamaño del Registro	4 Kb	64Kb	1Mb	NA
2	Tamaño del Archivo	512Mb	2Gb	4Gb	8Gb
3	Prueba del Disco	Rendimiento de Escritura	Rendimiento de Lectura	NA	NA

Fuente: PTS GUI.

Para la ejecución de esta prueba se selecciona un tamaño del registro (record size) igual a 4Kb, un tamaño del archivo (file size) igual a 512Mb, y, la prueba de disco (disk test) de rendimiento de escritura (write performance), tal como se muestra en la figura 3.5.



The image shows a graphical user interface for the IOzone test. It consists of three vertically stacked dropdown menus. The first menu is labeled 'RECORD SIZE' and has '4kb' selected. The second menu is labeled 'FILE SIZE' and has '512MB' selected. The third menu is labeled 'DISK TEST' and has 'Write Performance' selected.

Figura 3.5. Variables de la prueba IOzone. Recuperado de PTS GUI.

Con los valores seleccionados en la figura 3.5, IOzone evalúa el rendimiento de escritura del disco, mientras escribe un archivo de 512 Mb sobre un conjunto de registros de 4Kb; el resultado, es un gráfico que muestra la velocidad (en Mb/s) con la que el disco es capaz de escribir los datos, y, mientras mayor sea esta velocidad, el rendimiento del disco es mejor. La figura 3.6 muestra un resultado de esta prueba, en el que se obtiene un valor de 168.42 Mb/s de velocidad de escritura; de modo que, el rendimiento del disco duro es muy bueno.

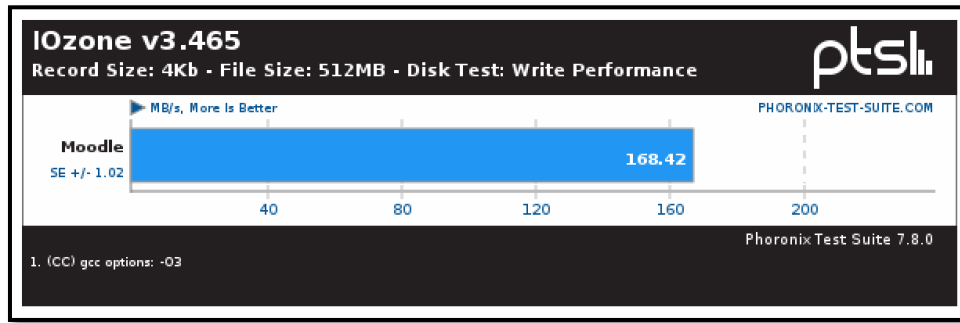


Figura 3.6. Resultado de la prueba IOzone. Recuperado de PTS GUI.

En la figura 3.7 se muestran las características de la prueba IOzone; el perfil de prueba (test profile) es system/iozone-1.9.4; el administrador (maintainer) es Michael Larabel, quien se encarga de mantener operativo el paquete de software iozone; el tipo de prueba (test type) es disco (disk); el tipo de software (software type) es utilidad (utility), el tipo de licencia (license type) es libre (free); el estado de la prueba (test status) es verificado (verified), y, finalmente, el sitio del proyecto (project site) es www.iozone.org, donde es posible encontrar información acerca de la prueba.

TEST PROFILE	system/iozone-1.9.4
MAINTAINER	Michael Larabel
TEST TYPE	Disk
SOFTWARE TYPE	Utility
LICENSE TYPE	Free
TEST STATUS	Verified
PROJECT SITE	www.iozone.org

Figura 3.7. Perfil de la prueba IOzone. Recuperado de PTS GUI.

En la figura 3.8 se presenta la información a tener en cuenta para instalar la prueba IOzone; el tiempo de ejecución estimado (estimated test run-time) es de 12 minutos (12 minutes); el tamaño de la descarga (download size) es de 1.76 Mb; el tamaño del entorno (environment size) es de 2.3 Mb; las dependencias de la prueba (test dependencies) son compiler o development libraries, y, finalmente, los archivos de la prueba (test files) que se encuentran comprimidos con el nombre `iozone3_465.tar` y tienen un tamaño de 1.8 Mb.

ESTIMATED TEST RUN-TIME	12 Minutes
DOWNLOAD SIZE	1.76 MB
ENVIRONMENT SIZE	2.3 MB
TEST DEPENDENCIES	Compiler / Development Libraries
TEST FILES	<code>iozone3_465.tar</code> [1.8MB]

Figura 3.8. Datos de la instalación de IOzone. Recuperado de PTS GUI.

3.5.3.2. RAMspeed SMP 3.5.0

La prueba o test RAMspeed SMP 3.5.0 evalúa el rendimiento de la memoria RAM del sistema (OpenBenchmarking.org, 2018). La ejecución de esta prueba se basa en 2 variables, las cuales se muestran en la tabla 3.8; la variable, tipo, permite seleccionar la operación que se lleva a cabo sobre la memoria RAM; la segunda variable, prueba, sirve para seleccionar el tipo de datos con los que trabaja la operación de la primera variable.

Tabla 3.8. Variables de la prueba RAMspeed SMP 3.5.0.

N°	Variable	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5
1	Tipo (Type)	Copiar	Escalar	Añadir	Tríada	Promedio
2	Prueba (Benchmark)	Entero	Punto Flotante	NA	NA	NA

Fuente: PTS GUI.

Para la ejecución de esta prueba se selecciona, para la variable tipo (type), la operación promedio (average), y, para la variable prueba (benchmark), datos enteros (integer), tal como se muestra en la figura 3.9.



Figura 3.9. Variables de la prueba RAMspeed. Recuperado de PTS GUI.

Con los valores seleccionados en la figura 3.9, RAMspeed determina la velocidad con que la memoria RAM copia, escala y añade datos de tipo entero; posteriormente, evalúa el rendimiento de la memoria calculando un promedio entre los valores obtenidos a través de estas 3 operaciones; el resultado, es un gráfico que muestra la velocidad (en Mb/s) con que la memoria RAM es capaz de trabajar los datos y mientras mayor sea esta velocidad, el rendimiento de la memoria es mejor. La figura 3.10 muestra un resultado de esta prueba, en el que se obtiene un valor de 6766.08 Mb/s; por lo tanto, el rendimiento de la memoria RAM es muy bueno.

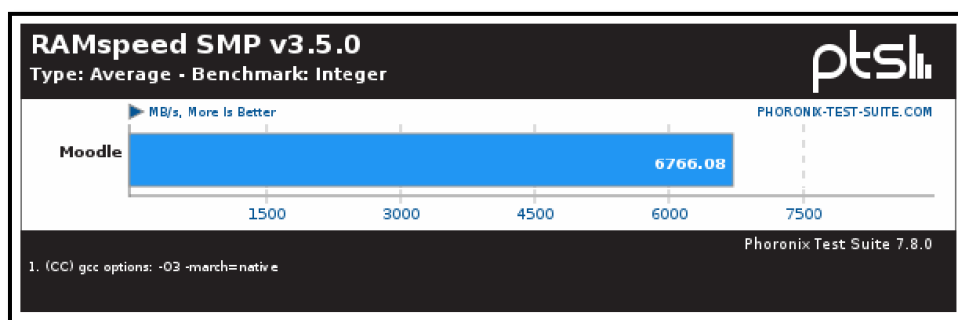


Figura 3.10. Resultado de la prueba RAMspeed. Recuperado de PTS GUI.

En la figura 3.11 se muestran las características de la prueba RAMspeed; el perfil de prueba (test profile) es pts/ramspeed-1.4.1; el administrador (maintainer) es Michael Larabel, quien se encarga de mantener operativo el paquete de software ramspeed; el tipo de prueba (test type) es memoria (memory); el tipo de software (software type) es utilidad (utility), el tipo de licencia (license type) es libre (free); el estado de la prueba (test status) es verificado (verified), y, finalmente, el sitio del proyecto (project site) es www.alastir.com, donde es posible encontrar información acerca de la prueba.

TEST PROFILE	pts/ramspeed-1.4.1
MAINTAINER	Michael Larabel
TEST TYPE	Memory
SOFTWARE TYPE	Utility
LICENSE TYPE	Free
TEST STATUS	Verified
PROJECT SITE	www.alastir.com

Figura 3.11. Perfil de la prueba RAMspeed. Recuperado de PTS GUI.

En la figura 3.12 se presenta la información a tener en cuenta para instalar la prueba RAMspeed; el tiempo de ejecución estimado (estimated test run-time) es de 5 minutos (5 minutes); el tamaño de la descarga (download size) es de 0.08 Mb; el tamaño del entorno (environment size) es de 0.72 Mb; las dependencias de la prueba (test dependencies) son compiler o development libraries, y, finalmente, los archivos de la prueba (test files) que se encuentran comprimidos con el nombre `ramsm-3.5.0.tar.gz` y tienen un tamaño de 0.1 Mb.

ESTIMATED TEST RUN-TIME	5 Minutes
DOWNLOAD SIZE	0.08 MB
ENVIRONMENT SIZE	0.72 MB
TEST DEPENDENCIES	
Compiler / Development Libraries	
TEST FILES	
<code>ramsm-3.5.0.tar.gz</code> [0.1MB]	

Figura 3.12. Datos de la instalación de RAMspeed. Recuperado de PTS GUI.

3.5.3.3. 7-Zip Compression 16.02

Pavlov (2018) afirma: “Esta es una prueba de 7-Zip que usa p7zip con su función de benchmark integrado o 7-Zip ascendente para la versión de Windows x64; 7-zip es un compresor de archivos que posee una alta tasa de compresión, y, utiliza una función específica de 7-zip para evaluar el rendimiento del procesador de un sistema mientras comprime un archivo de prueba”. El resultado es un gráfico que muestra la cantidad de MIPS (procesos) realizados para comprimir el archivo, y,

mientras mayor sea esta cantidad, el rendimiento del procesador es mejor. La figura 3.13 muestra un resultado de esta prueba, en el que se obtiene un total de 20986 MIPS; de modo que, el rendimiento del procesador es muy bueno.

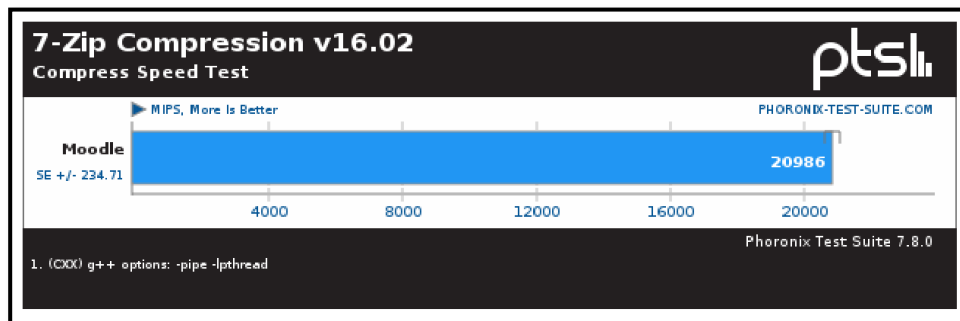


Figura 3.13. Resultado de la prueba 7-Zip Compression. Recuperado de PTS GUI.

En la figura 3.14 se muestran las características de la prueba 7-Zip Compression; el perfil de prueba (test profile) es pts/compress-7zip-1.7.0; el administrador (maintainer) es Michael Larabel, quien se encarga de mantener operativo el paquete de software compress-7zip; el tipo de prueba (test type) es procesador (processor); el tipo de software (software type) es utilidad (utility), el tipo de licencia (license type) es libre (free); el estado de la prueba (test status) es verificado (verified), y, finalmente, el sitio del proyecto (project site) es www.7-zip.org, donde es posible encontrar información acerca de la prueba.

TEST PROFILE	pts/compress-7zip-1.7.0
MAINTAINER	Michael Larabel
TEST TYPE	Processor
SOFTWARE TYPE	Utility
LICENSE TYPE	Free
TEST STATUS	Verified
PROJECT SITE	www.7-zip.org

Figura 3.14. Perfil de la prueba 7-Zip Compression. Recuperado de PTS GUI.

En la figura 3.15 se presenta la información a tener en cuenta para instalar la prueba 7-Zip Compression; el tiempo de ejecución estimado (estimated test run-time) es de 4 minutos (4 minutes); el tamaño de la descarga (download size) es de 4.04 Mb; el tamaño del entorno (environment size) es de 16 Mb; las dependencias de la prueba (test dependencies) son compiler o development libraries, y, finalmente, los archivos de la prueba (test files) que se encuentran comprimidos con el nombre p7zip_16.02_src_all.tar.bz2 y tienen un tamaño de 4 Mb.

ESTIMATED TEST RUN-TIME	4 Minutes
DOWNLOAD SIZE	4.04 MB
ENVIRONMENT SIZE	16 MB
TEST DEPENDENCIES	
Compiler / Development Libraries	
TEST FILES	
p7zip_16.02_src_all.tar.bz2 [4MB]	

Figura 3.15. Datos de la instalación de 7-Zip Compression. Recuperado de PTS GUI.

3.5.4. Servidor Phromatic

Phromatic es el servidor remoto de PTS, que permite la administración y ejecución de pruebas o tests de manera remota; asimismo, permite la programación automática de pruebas de forma rutinaria en varios sistemas, la instalación remota de nuevas pruebas y la administración de múltiples sistemas a través de una interfaz web fácil de usar (Phoronix Test Suite, 2018).

Para la ejecución de las pruebas sobre los servidores Moodle y Opina de la FICA, se emplea el servidor Phromatic, con la finalidad de enriquecer el proceso de benchmarking sobre estos dos servidores, obteniendo los beneficios mencionados en el párrafo anterior, sobre todo, la programación de pruebas para que se ejecuten diariamente de forma automática; de acuerdo con la tabla 3.3, el servidor número 6 actualmente no cuenta con un servicio instalado, por lo que se decide instalar en este equipo el servidor Phromatic.

3.5.5. Levantamiento de la Red para el Despliegue del Servidor Phromatic

La topología que se implementa para llevar a cabo la administración y ejecución remota de las pruebas se compone de un dispositivo de capa 2 que interconecta a los servidores: Moodle, Opina y Phromatic. De acuerdo con la tabla 3.2, este dispositivo de capa 2 es el switch 3Com ubicado en el rack 3; por lo tanto, para levantar la red a nivel físico, se conecta el servidor Phromatic al switch 3Com, ya que este switch tiene conectados los servidores Moodle y Opina. Estos servidores tienen configuradas las direcciones IP 10.24.8.66 y 10.24.8.67 respectivamente; de modo que, para levantar la red a nivel lógico, se configura la dirección IP 10.24.8.68 en el servidor Phromatic; por lo tanto, los 3 servidores forman parte de la red 10.24.8.0/24, como se muestra en la figura 3.16.

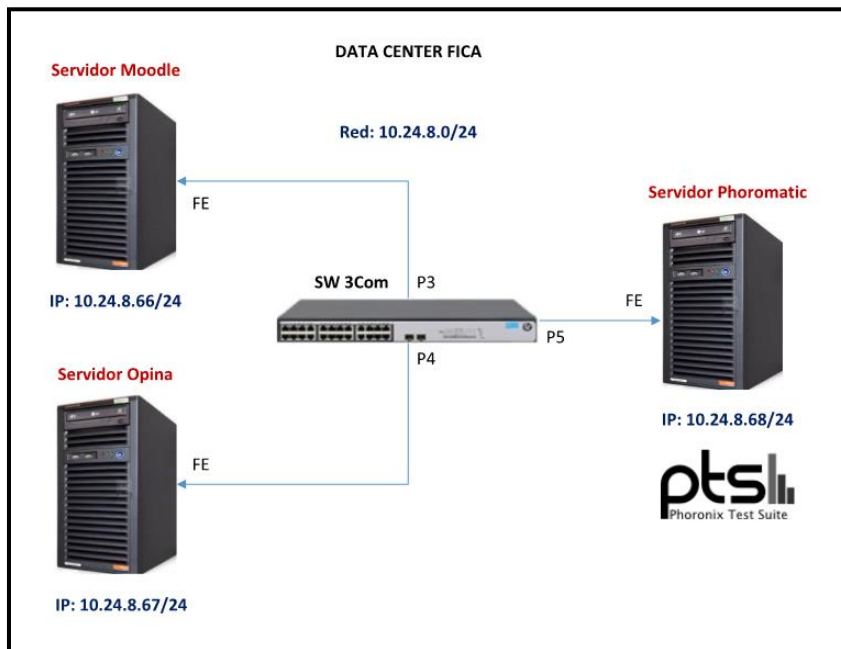


Figura 3.16. Topología de red para la ejecución de pruebas a través del servidor Phoromatic.

3.5.6. Despliegue de los Sistemas en el Servidor Phoromatic

El proceso de despliegue de los servidores Moodle y Opina (también denominados sistemas) sobre el servidor Phoromatic, se detalla en el anexo B. Una vez que se han desplegado estos servidores, se procede con la ejecución de las pruebas de rendimiento; asimismo, es posible acceder a información bastante útil acerca de estos sistemas, tal como se muestra a continuación.

3.5.6.1. Estado del Sistema

En esta sección denominada estado del sistema, se muestra si un sistema se encuentra esperando por tareas, ejecutando alguna prueba, activo o inactivo, la dirección IP que tiene configurada, entre otras características proporcionadas por Phoromatic.

3.5.6.1.1. Sistema Moodle

La figura 3.17 presenta el estado del sistema (system state) para el servidor Moodle; el estatus (status) es esperando tarea (idling, waiting for tasks); la última comunicación (last communication) fue el 11 de julio a las 20h19 (11 July 20:19); el tiempo estimado restante para la tarea (estimated time left for task) es nulo ya que ninguna tarea se encuentra en ejecución; el estado (state) es activo (active); la versión del cliente PTS (PTS client) es la 7.8.0; la creación inicial (initial creation) fue el 23 de abril a las 23h16 (23 April 23:16); el ID del sistema (system ID) es O2FH4; la última IP (last IP) es 10.24.8.66; la dirección MAC (MAC address) es e4:1f:13:e0:93:18; la información Wake-on-

LAN (Wake-on-LAN information) es eth0: pumbg, y, finalmente, la secuencia de apagado (power-off sequence) está permitida (permitted).

Moodle	
Servidor de Reactivos	
Edit Task & Enable/Disable System	
System State	
Status:	Idling, Waiting For Task
Last Communication:	11 July 20:19
Estimated Time Left For Task:	
State:	Active
Phoronix Test Suite Client:	7.8.0
Initial Creation:	23 April 23:16
System ID:	O2FH4
Last IP:	10.24.8.66
MAC Address:	e4:1f:13:e0:93:18
Wake-On-LAN Information:	eth0: pumbg
Power-Off Sequence Permitted:	Permitted

Figura 3.17. Estado del sistema Moodle. Recuperado de servidor Phoromatic.

3.5.6.1.2. Sistema Opina

La figura 3.18 presenta el estado del sistema (system state) para el servidor Opina; el estatus (status) es esperando tarea (idling, waiting for tasks); la última comunicación (last communication) fue el 11 de julio a las 20h21 (11 July 20:21); el tiempo estimado restante para la tarea (estimated time left for task) es nulo ya que ninguna tarea se encuentra en ejecución; el estado (state) es activo (active); la versión del cliente PTS (PTS client) es la 7.8.0; la creación inicial (initial creation) fue el 23 de abril a las 23h12 (23 April 23:12); el ID del sistema (system ID) es 85TQA; la última IP (last IP) es 10.24.8.67; la dirección MAC (MAC address) es 00:23:7d:93:69:dd; la información Wake-on-LAN (Wake-on-LAN information) es eth0: g, y, finalmente, la secuencia de apagado (power-off sequence) está permitida (permitted).

Opina	
Servidor de Encuestas	
Edit Task & Enable/Disable System	
System State	
Status:	Idling, Waiting For Task
Last Communication:	11 July 20:21
Estimated Time Left For Task:	
State:	Active
Phoronix Test Suite Client:	7.8.0
Initial Creation:	23 April 23:12
System ID:	85TQA
Last IP:	10.24.8.67
MAC Address:	00:23:7d:93:69:dd
Wake-On-LAN Information:	eth0: g
Power-Off Sequence Permitted:	Permitted

Figura 3.18. Estado del sistema Opina. Recuperado de servidor Phoromatic.

3.5.6.2. Componentes del Sistema

En este apartado, el servidor Phoromatic proporciona información del sistema como el tipo, modelo y frecuencia de trabajo del procesador, el modelo de la tarjeta madre, las capacidades de memoria RAM y ROM, entre otros parámetros.

3.5.6.2.1. Sistema Moodle

La figura 3.19 muestra los componentes del sistema (system components) para el servidor Moodle; el procesador (processor) es Intel Xeon E5-2630 y trabaja a 2.30GHz; la tarjeta madre (motherboard) es IBM 00W2044; el chipset es Intel Xeon E5-Core; la memoria (memory) es Samsung DDR3; el disco (disk) es Toshiba de 147Gb; la tarjeta gráfica (graphics) es Matrox s G200eR2; la tarjeta de red (network) es Intel Gigabit; el sistema operativo (OS) es CentOS 6.5; el núcleo (kernel) es x86_64; el escritorio (desktop) es GNOME; el servidor de pantalla (display server) es X server; el controlador de pantalla (display driver) es modesetting; el sistema de archivos (file-system) es ext4, y, finalmente, la resolución de la pantalla (screen resolution) es 1024x768.

System Components	
Processor	Intel Xeon E5-2630 0 @ 2.30GHz (6 Cores / 12 Threads)
Motherboard	IBM 00W2044 v09 (-[Y5E116AUS-1.10]- BIOS)
Chipset	Intel Xeon E5/Core
Memory	1 x 8192 MB DDR3-1333MHz Samsung M393B1K70DHO-YH9
Disk	147GB Toshiba MK1401GRRB
Graphics	Matrox s G200eR2
Network	Intel I350 Gigabit Connection
OS	CentOS 6.5
Kernel	2.6.32-431.1.2.0.1.el6.x86_64 (x86_64)
Desktop	GNOME 2.28.2
Display Server	X Server 1.13.0
Display Driver	modesetting 0.5.0
OpenGL	2.1 Mesa 9.2.0-devel
Compiler	GCC 4.4.7 20120313
File-System	ext4
Screen Resolution	1024x768

Figura 3.19. Componentes del sistema Moodle. Recuperado de servidor Phoromatic.

3.5.6.2.2. Sistema Opina

La figura 3.20 muestra los componentes del sistema (system components) para el servidor Opina; el procesador (processor) es Intel Xeon E5405 y trabaja a 1.99GHz; la tarjeta madre (motherboard) es HP ProLiant ML150; el chipset es Intel 5100 MCH + ICHgR; la memoria (memory) es DDR2 de 5Gb; el disco (disk) es de 320Gb; la tarjeta gráfica (graphics) es Matrox s MGA; la tarjeta de red (network) es Broadcom NetXtreme Gigabit; el sistema operativo (OS) es Ubuntu 12.10; el núcleo (kernel) es x86_64; el escritorio (desktop) es Unity; el servidor de pantalla (display server) es X server.

es X server; el controlador de pantalla (display driver) es modesetting; el sistema de archivos (file-system) es ext4, y, finalmente, la resolución de la pantalla (screen resolution) es 1360x768.

System Components			
Processor	Intel Xeon E5405 @ 1.99GHz (4 Cores)	OS	Ubuntu 12.10
Motherboard	HP ProLiant ML150 G5 v1.0 (O17 BIOS)	Kernel	3.5.0-21-generic (x86_64)
Chipset	Intel 5100 MCH + ICH9R	Desktop	Unity 6.12.0
Memory	512 MB + 512 MB + 2048 MB + 2048 MB DDR2-667MHz	Display Server	X Server 1.13.0
Disk	160GB GB0160EAFJE + 160GB GB0160CAABV	Display Driver	modesetting 0.5.0
Graphics	Matrox s MGA G200e [Pilot]	Compiler	GCC 4.7.2
Network	Broadcom NetXtreme BCM5722 Gigabit PCI	File-System	ext4
		Screen Resolution	1360x768

Figura 3.20. Componentes del sistema Opina. Recuperado de servidor Phromatic.

3.5.6.3. Monitoreo del Sistema

En esta sección, el servidor Phromatic permite monitorear los parámetros principales de los sistemas registrados, a través de gráficos en tiempo real; asimismo, muestra información acerca del procesador, el sistema operativo, el estado y la dirección IP del sistema monitoreado.

3.5.6.3.1. Sistema Moodle

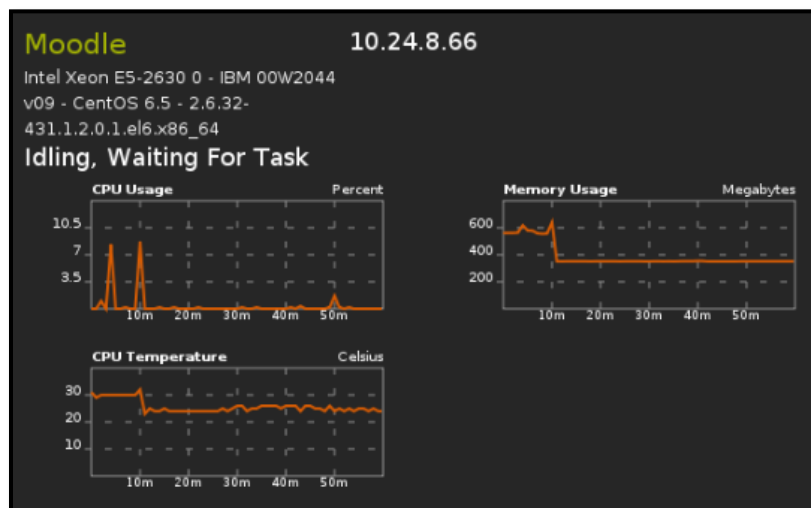


Figura 3.21. Monitoreo del sistema Moodle. Recuperado de servidor Phromatic.

La figura 3.21 presenta 3 gráficos de monitoreo del sistema Moodle, sobre el uso del CPU (CPU usage), el uso de la memoria (memory usage) y la temperatura del CPU (CPU temperature); estos gráficos evalúan el rendimiento del sistema a través del tiempo. El primer gráfico monitorea el uso del CPU en base a una escala porcentual; el segundo gráfico monitorea el uso de la memoria RAM en base a una escala establecida en Mb, y, el último gráfico, monitorea la temperatura del CPU

en base a una escala establecida en grados Celsius. Esta información muestra el funcionamiento del sistema Moodle en todo momento.

3.5.6.3.2. Sistema Opina

La figura 3.22 presenta 3 gráficos de monitoreo del sistema Opina, sobre el uso del CPU (CPU usage), el uso de la memoria (memory usage) y la temperatura del CPU (CPU temperature); estos gráficos evalúan el rendimiento del sistema a través del tiempo. El primer gráfico monitorea el uso del CPU en base a una escala porcentual; el segundo gráfico monitorea el uso de la memoria RAM en base a una escala establecida en Mb, y, el último gráfico, monitorea la temperatura del CPU en base a una escala establecida en grados Celsius. Esta información muestra el funcionamiento del sistema Opina en todo momento.

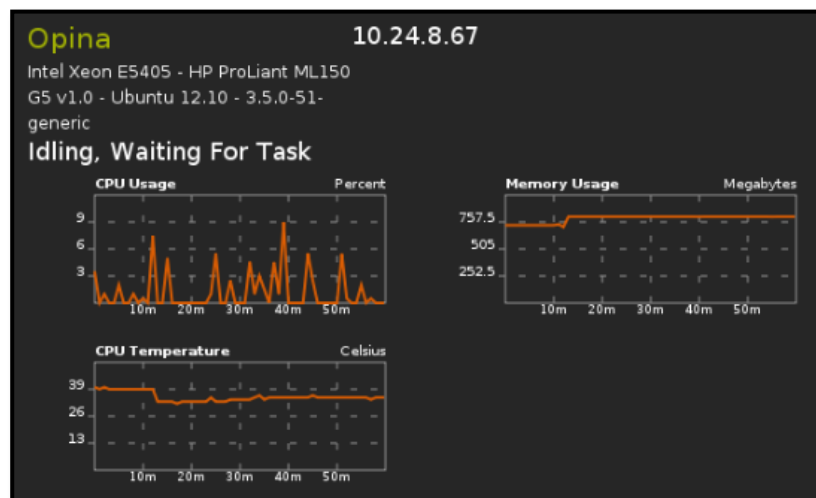


Figura 3.22. Monitoreo del sistema Opina. Recuperado de servidor Phoromatic.

Cabe recalcar que se ha presentado un monitoreo básico, debido a que el enfoque del proyecto no es la monitorización de los servidores; pero, en caso de requerir de un monitoreo avanzado, existen otras secciones dentro del servidor Phoromatic que permiten hacerlo.

3.5.6.4. Resumen de los Sistemas

En este apartado se tiene un resumen de todos los sistemas registrados en el servidor Phoromatic; se muestra la dirección IP, el estado actual y la fecha de la última comunicación establecida con Phoromatic, tal como se presenta en la figura 3.23.

ACTIVE SYSTEMS		
Moodle 10.24.8.66	IDLING, WAITING FOR TASK	LAST COMMUNICATION: 11 JULY 2018 20:19
Opina 10.24.8.67	IDLING, WAITING FOR TASK	LAST COMMUNICATION: 11 JULY 2018 20:16

Figura 3.23. Sistemas registrados en Phoromatic. Recuperado de servidor Phoromatic.

3.5.7. Detalles de las Pruebas de Rendimiento de Velocidad de Acceso

En este apartado se lleva a cabo la elección de las pruebas de rendimiento de velocidad de acceso; por lo tanto, esta sección es muy importante, ya que, en el momento en que los servidores virtuales se encuentren operativos sobre la infraestructura de CEDIA, se debe verificar la mejora en la velocidad de acceso a través de un análisis comparativo con respecto a los resultados de los servidores físicos.

La elección de las herramientas que permiten evaluar el rendimiento de la red se basa en dos parámetros, que sean aplicaciones de uso libre, y, que satisfagan el concepto de medición requerido, que, en este caso, es el tiempo de carga de la página web de cada servicio; de modo que, las herramientas seleccionadas evalúan el rendimiento de páginas web, haciendo énfasis en la velocidad de acceso; por lo tanto, son pruebas que trabajan a nivel de capa aplicación o capa 7 del modelo de referencia OSI. Estas pruebas realizan una evaluación muy completa, ya que al evaluar la última capa del modelo OSI implícitamente se evalúan también las capas inferiores.

Los servidores Moodle y Opina que se alojan en el data center de la FICA son accesibles a través de internet, es así, como en base a un punto geográfico de referencia se ejecutan pruebas con la finalidad de evaluar la velocidad de acceso. A continuación, se muestran las pruebas seleccionadas: Pingdom y Uptrends.

3.5.7.1. Pingdom

Pingdom es una herramienta que forma parte de SolarWinds; se trata de una plataforma de confianza desarrollada para determinar el rendimiento web (Pingdom, 2018). Evaluar el rendimiento es muy sencillo a través de Pingdom, debido a que es muy fácil de manejar; asimismo, brinda información acerca de la disponibilidad y productividad de la página web, generando un informe de

rendimiento muy completo. Para utilizar esta herramienta se necesitan 3 pasos; primero, se debe ingresar la dirección o URL de la página web que se desea evaluar; segundo, se debe seleccionar el lugar (test from) desde el cual se accede a la página web, los lugares disponibles son: Melbourne, Australia; Ciudad de Nueva York, Nueva York, USA; San Jose, California, USA, y, Estocolmo, Suecia; tercero, se debe dar clic en el botón iniciar prueba (start test). Este proceso se debe seguir de acuerdo con la figura 3.24.

Figura 3.24. Uso de Pingdom. Recuperado de Pingdom (2018).

Cuando la prueba concluye, Pingdom muestra una gran cantidad de resultados, que, en su mayoría, indican como mejorar el rendimiento del sitio web evaluado; para el presente proyecto se hace énfasis en el resultado que indica el tiempo de carga de la página. Este resultado se presenta en la sección de resumen.

La figura 3.25 muestra el resumen (summary) de un resultado generado por Pingdom, en el que se obtiene un tiempo de carga (load time) de 1.97 segundos (s), de modo que el rendimiento de la red es bueno; el grado de rendimiento (performance grade) es B con 82 puntos; el sitio es más rápido que el 70% de los sitios probados (faster than 70% of tested sites); el tamaño de página (page size) es 192.165Kb; las peticiones (requests) son 23, y, finalmente, el sitio fue probado desde la ciudad de Nueva York el 19 de julio a las 02h32 (tested from New York City on July 19 at 02:32).

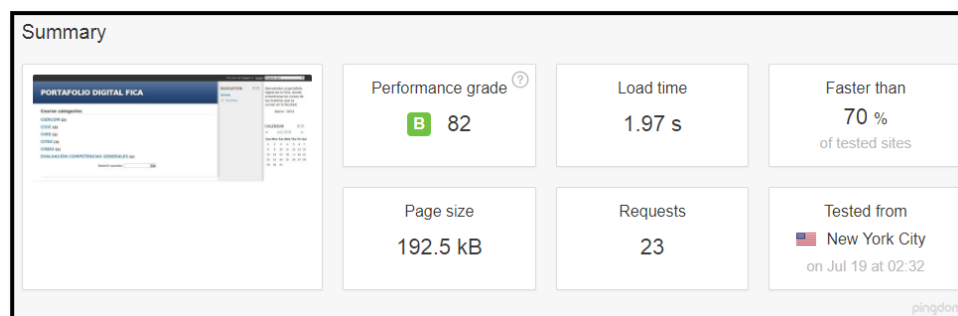


Figura 3.25. Resumen de un resultado generado por Pingdom. Recuperado de Pingdom (2018).

3.5.7.2. Uptrends

“Uptrends es una aplicación con la que puede contar en caso de que requiera llevar a cabo un monitoreo de algún sitio web. Uptrends es una de las mejores herramientas de supervisión para mantener el control del tiempo de actividad, del rendimiento y de la funcionalidad de sitios web, API y servidores” (Uptrends, 2018).

Para utilizar esta aplicación se deben seguir 4 pasos; primero, se debe seleccionar el dispositivo con el que se desea realizar la prueba, que puede ser un dispositivo móvil o de escritorio; segundo, se debe ingresar la dirección URL del sitio web que se desea evaluar (I want to test); tercero, se debe seleccionar el lugar desde (from) el cual se accede a la página web, los lugares disponibles son: Ámsterdam, Berlín, Frankfurt, Londres, Los Ángeles, Nueva York, París, Singapur y Sidney; cuarto, se debe dar clic en el botón iniciar (start). Este procedimiento se debe llevar a cabo de acuerdo con la figura 3.26.

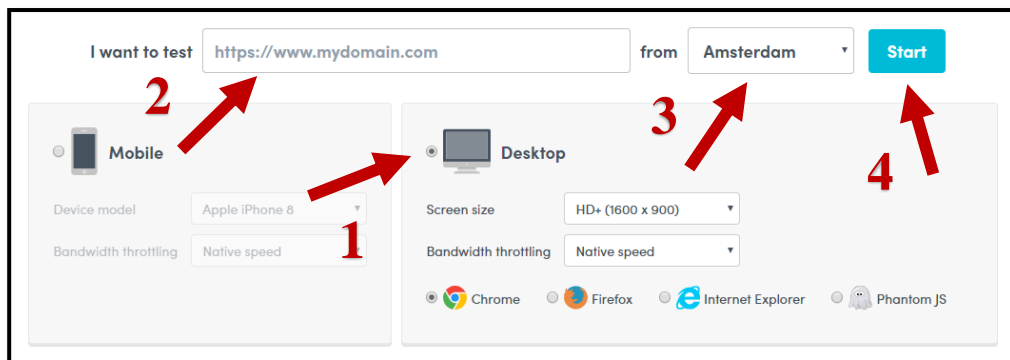


Figura 3.26. Uso de Uptrends. Recuperado de Uptrends (2018).

Cuando la prueba concluye, Uptrends muestra una gran cantidad de resultados, que, en su mayoría, indican como mejorar el rendimiento del sitio web evaluado; para el presente proyecto se hace énfasis en el resultado que indica el tiempo de carga de la página, este resultado se presenta en la sección de información general.

La figura 3.27 muestra la información general (general information) de un resultado generado por Uptrends, en el que se obtiene un tiempo de carga (load time) de 2.9 segundos (s), de modo que el rendimiento de la red es bueno; el puntaje de la velocidad del sitio asignado por Google (Google pagespeed score) es 88 puntos; el tamaño (size) es 653.2Kb; las peticiones (requests) son 24; la ubicación (location) es Nueva York (New York); el dispositivo (device) es de escritorio (desktop);

el navegador (browser) es Chrome 67, y, finalmente, la conexión (connection) es velocidad nativa (native speed).

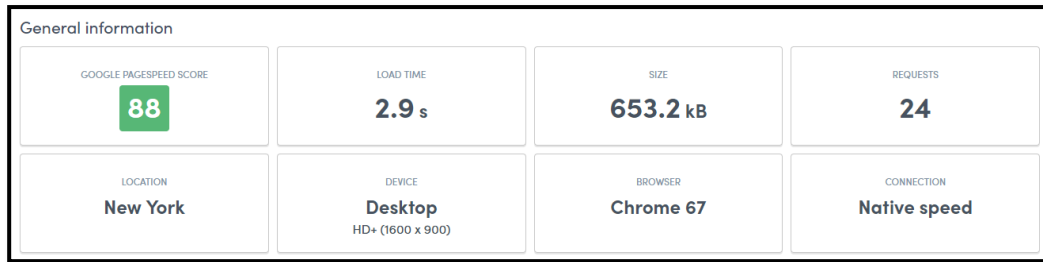


Figura 3.27. Información general de un resultado de Uptrends. Recuperado de Uptrends (2018).

3.5.8. Desarrollo de las Pruebas de Rendimiento

En este apartado se llevan a cabo las pruebas de rendimiento sobre los servidores que posteriormente se desplegarán sobre la infraestructura de CEDIA; se trata de las pruebas de rendimiento de PTS, y, las pruebas de velocidad de acceso a través de internet.

3.5.8.1. Ejecución de las Pruebas de Rendimiento de PTS

Cabe recalcar, que para realizar las pruebas de rendimiento se deben registrar los servidores en Phoromatic, este proceso se muestra en el anexo B.

Las pruebas de rendimiento IOzone, RAMspeed y 7-Zip Compression se ejecutan sobre los sistemas Moodle y Opina simultáneamente, en base a las siguientes consideraciones: en primer lugar, todas las pruebas se deben ejecutar en grupo, por lo tanto, de acuerdo con la tabla 3.6 el tiempo total requerido para que se ejecuten las 3 pruebas es de 13 minutos; en segundo lugar, se establece que este grupo de pruebas se ejecute cada 4 horas, y, en tercer lugar, se designa un tiempo de prueba equivalente a 24 horas. De modo que, este proceso se lleva a cabo durante un día entero, iniciando con el primer grupo de pruebas a las 00h00, y, finalizando con el último grupo a las 20h00; por lo tanto, en total se efectúan 6 grupos de pruebas sobre cada servidor o sistema.

Este proceso se implementa de manera automática, gracias a la función de programación de horarios para pruebas que tiene Phoromatic. El proceso para ejecutar automáticamente pruebas de rendimiento a través del servidor Phoromatic se presenta en el anexo B.

3.5.8.2. Ejecución de las Pruebas de Rendimiento de Velocidad de Acceso

Para efectuar las pruebas de rendimiento de velocidad de acceso hacia los servidores a través de internet, se toma en cuenta las mismas consideraciones de las pruebas de rendimiento de PTS. El proceso de ejecución de estas pruebas se presenta en el anexo C. Además, se resuelve evaluar la velocidad de acceso tomando como punto geográfico de referencia la ciudad de Nueva York, ubicada en Estados Unidos (USA), debido a que la mayoría de las herramientas de este tipo consideran este país como referente por ser el pionero del internet.

3.5.9. Análisis de los Resultados de las Pruebas de Rendimiento

Cada una de las pruebas de rendimiento se ejecuta 6 veces sobre cada sistema; por lo tanto, en vista de que las pruebas de PTS son 3, cada sistema cuenta con 18 resultados; por otra parte, ya que las pruebas de velocidad de acceso son 2, cada sistema cuenta con 12 resultados. En total, tanto el servidor Moodle como el servidor Opina cuentan con 30 resultados.

3.5.9.1. Servidor Físico Moodle

La tabla 3.9 muestra la tabulación de los resultados obtenidos en el servidor Moodle; asimismo, presenta un promedio de los 6 valores resultantes de cada prueba.

Con respecto a las pruebas ejecutadas a través de PTS, y, analizando los resultados obtenidos en el servidor Moodle, se concluye el estado actual de rendimiento del servidor en base a cada uno de los 3 componentes evaluados. Gracias a la prueba IOzone se determina que el disco duro es capaz de escribir datos a una velocidad de 168.94 MB/s; mediante la prueba RAMspeed se concluye que la memoria RAM tiene la capacidad de trabajar con los datos a una velocidad de 6760.36 MB/s; finalmente, de acuerdo con la prueba 7-Zip Compression se determina que el procesador del servidor puede realizar hasta 20689 instrucciones (MIPS) simultáneamente.

En cuanto a las pruebas de velocidad de acceso al servidor a través de internet, gracias a la prueba Pingdom se obtuvo un resultado de tiempo de carga de 1.905 segundos; asimismo, a través de la prueba Uptrends el resultado fue de 2.93 segundos. Para obtener un solo valor, se calcula un promedio entre los 2 valores mencionados anteriormente, obteniendo un único resultado de 2.42 segundos, que es el tiempo que tarda el cliente en acceder al servidor físico Moodle.

3.5.9.2. Servidor Físico Opina

La tabla 3.10 muestra la tabulación de los resultados obtenidos en el servidor Opina; además, presenta un promedio de los 6 valores resultantes de cada prueba.

Con respecto a los resultados de PTS, y, analizando los resultados obtenidos en el servidor Opina se concluye el estado actual de rendimiento del servidor en base a cada uno de los 3 componentes evaluados. Gracias a la prueba IOzone se muestra que el disco duro es capaz de escribir datos a una velocidad de 29.86 MB/s; mediante la prueba RAMspeed se determina que la memoria RAM tiene la capacidad de trabajar con los datos a una velocidad de 3486.58 MB/s; finalmente, de acuerdo con la prueba 7-Zip Compression se concluye que el procesador del servidor puede realizar hasta 6643 instrucciones MIPS simultáneamente.

En cuanto a las pruebas de velocidad de acceso al servidor a través de internet, gracias a la prueba Pingdom se obtuvo un resultado de tiempo de carga de 635.5 milisegundos; asimismo, a través de la prueba Uptrends el resultado fue de 1.47 segundos. Para obtener un solo valor se calcula un promedio entre los 2 valores mencionados anteriormente, obteniendo así un único resultado de 1.05 segundos, que es el tiempo que tarda el cliente en acceder al servidor físico Opina.

3.5.9.3. Resumen del Análisis de Resultados

En esta sección se presenta un resumen del análisis de resultados expuesto anteriormente; para la mayor parte de los resultados, se aproximan los valores a su inmediato superior o inferior con la finalidad de eliminar la parte decimal, y, facilitar la comprensión de los resultados obtenidos. La tabla 3.11 recopila los resultados de las pruebas de rendimiento realizadas sobre cada sistema, donde se refleja el rendimiento de los servidores físicos Moodle y Opina, por lo que esta tabla es muy importante, sobre todo para análisis posteriores dentro de este trabajo.

Tabla 3.9. Tabulación de los resultados obtenidos en el servidor Moodle.

N°	Prueba	00h00	04h00	08h00	12h00	16h00	20h00	Promedio
1	IOzone	169.01 MB/s	168.80 MB/s	168.42 MB/s	168.42 MB/s	168.94 MB/s	170.05 MB/s	168.94 MB/s
2	RAMspeed	6764.46 MB/s	6755.86 MB/s	6766.86 MB/s	6766.08 MB/s	6752.95 MB/s	6755.95 MB/s	6760.36 MB/s
3	7-Zip Compression	20346 MIPS	20693 MIPS	20457 MIPS	20986 MIPS	20727 MIPS	20925 MIPS	20689 MIPS
4	Pingdom	1.87 segundos	1.97 segundos	1.94 segundos	1.81 segundos	1.87 segundos	1.97 segundos	1.905 segundos
5	Uptrends	2.8 segundos	4.4 segundos	2.9 segundos	2.9 segundos	1.8 segundos	2.8 segundos	2.93 segundos

Fuente: Anexo I y J.

Tabla 3.10. Tabulación de los resultados obtenidos en el servidor Opina.

N°	Prueba	00h00	04h00	08h00	12h00	16h00	20h00	Promedio
1	IOzone	29.91 MB/s	29.69 MB/s	29.79 MB/s	29.79 MB/s	29.98 MB/s	29.97 MB/s	29.86 MB/s
2	RAMspeed	3490.59 MB/s	3475.97 MB/s	3525.65 MB/s	3492.56 MB/s	3518.57 MB/s	3416.13 MB/s	3486.58 MB/s
3	7-Zip Compression	6552 MIPS	6661 MIPS	6673 MIPS	6731 MIPS	6582 MIPS	6661 MIPS	6643 MIPS
4	Pingdom	619 ms	698 ms	587 ms	697 ms	628 ms	584 ms	635.5 ms
5	Uptrends	0.9 segundos	1.7 segundos	1.0 segundos	2.0 segundos	1.5 segundos	1.7 segundos	1.47 segundos

Fuente: Anexo I y J.

Tabla 3.11. Rendimiento de los servidores físicos Moodle y Opina.

Sistema	Disco Duro	RAM	CPU	Red (Internet)
Moodle	Escribe a 169 MB/s	Trabaja a 6760 MB/s	Soporta 20689 procesos	El usuario accede en 2.42 segundos
Opina	Escribe a 30 MB/s	Trabaja a 3487 MB/s	Soporta 6643 procesos	El usuario accede en 1.05 segundos

Fuente: Anexo I y J.

3.5.10. Resumen del Benchmarking Anterior

Aquí se presenta una compilación del estudio de benchmarking realizado en esta sección. La tabla 3.12 muestra los datos más relevantes acerca de las pruebas de rendimiento ejecutadas, así como los resultados obtenidos gracias a cada prueba.

Tabla 3.12. Resumen del Benchmarking Anterior.

N°	Prueba	ID	Tipo	Versión	Tiempo	Perfil	Variables	Moodle	Opina
1	IOzone 3.465	pts/iozone	Prueba de disco.	1.9.4	3 minutos	Evalúa el rendimiento del disco duro.	Rendimiento de lectura y escritura.	Escribe a 169 MB/s	Escribe a 30 MB/s
2	RAMspeed SMP 3.5.0	pts/ramspeed	Prueba de memoria.	1.4.1	5 minutos	Evalúa el rendimiento de la memoria RAM.	Copiar, escalar, añadir, tría y promedio.	Trabaja a 6760 MB/s	Trabaja a 3487 MB/s
3	7-Zip Compression 16.02	pts/compress- 7zip	Prueba de procesador.	1.7.0	5 minutos	Evalúa el rendimiento del procesador.	NA	Soporta 20689 procesos	Soporta 6643 procesos
4	Pingdom	NA	Prueba de red.	NA	1 minuto	Evalúa la velocidad de acceso.	Distintos sitios de prueba.	1.905 segundos	635.5 milisegundos
5	Uptrends	NA	Prueba de red.	NA	1 minuto	Evalúa la velocidad de acceso.	Distintos sitios de prueba.	2.93 segundos	1.47 segundos

Fuente: Anexo I y J.

3.6. Despliegue de los Servidores sobre la Infraestructura de CEDIA

En este apartado, se desarrolla el despliegue de los servidores que se encuentran alojados en la infraestructura de la FICA sobre la infraestructura de nube de CEDIA.

3.6.1. Esquema de Despliegue

La figura 3.28 muestra el esquema del despliegue de los servidores sobre la infraestructura de CEDIA, destacando las características principales como la transición de servidores físicos a servidores virtuales gracias a la nube; asimismo, la introducción de la red avanzada, que permite un acceso mejorado hacia los servidores con respecto al acceso a través de internet.

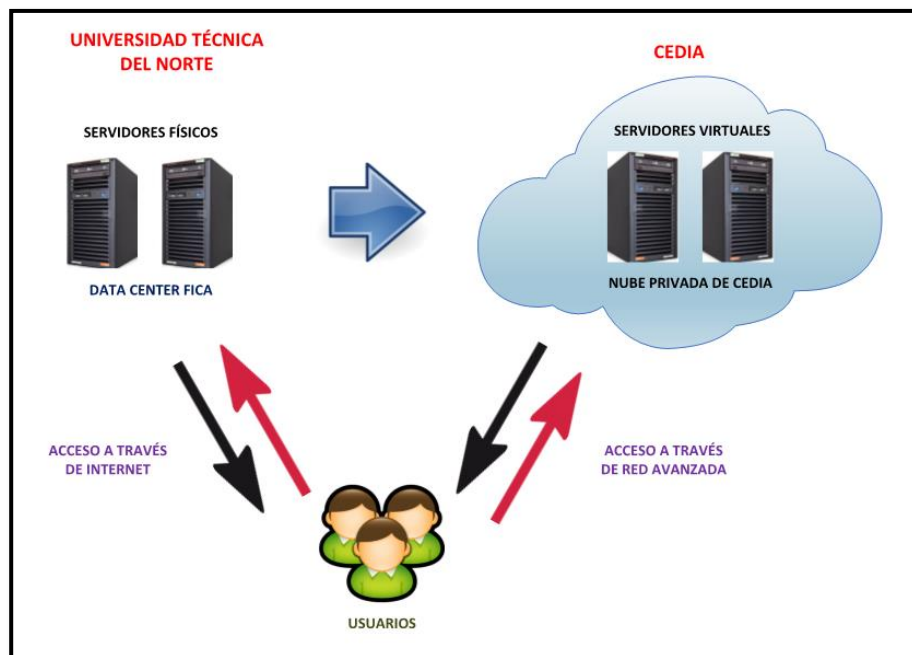


Figura 3.28. Esquema del despliegue de los servidores sobre la nube de CEDIA.

3.6.2. Procesos de la Fase de Despliegue

La fase de despliegue de los servidores hacia la infraestructura de nube de CEDIA, se divide en 3 procesos que son: Dimensionamiento, Implementación y Verificación.

Dimensionamiento: Conlleva la determinación de los recursos computacionales requeridos por cada uno de los servidores; en este proceso, se realizan varios cálculos que permiten conocer con precisión las características de hardware que deben tener las máquinas virtuales de la infraestructura de CEDIA, para que sean capaces de asegurar el buen funcionamiento de cada uno de los servicios que serán desplegados.

Implementación: Conlleva el despliegue de los servidores sobre las máquinas virtuales alojadas en la infraestructura de CEIDA; este proceso, contiene 3 actividades. La primera actividad es obtener el software requerido para el despliegue de los servicios; por lo tanto, se deben adquirir todos los archivos de instalación necesarios para que los servidores sean operativos. La segunda actividad se trata de la instalación de los servidores en las máquinas virtuales de CEDIA, y, la última actividad es replicar la información; por lo tanto, se debe cargar la información manualmente sobre los servidores virtuales, hasta que su contenido sea idéntico al de los servidores físicos.

Verificación: Conlleva la validación del funcionamiento de los servidores virtuales, en este proceso se llevan a cabo pruebas de funcionamiento para dejar en claro que los servidores se encuentran funcionando correctamente sobre la infraestructura de CEDIA. Cualquier problema o falla en el funcionamiento de uno de los servidores debe ser superado. La figura 3.29 muestra un resumen de las actividades de estos 3 procesos.

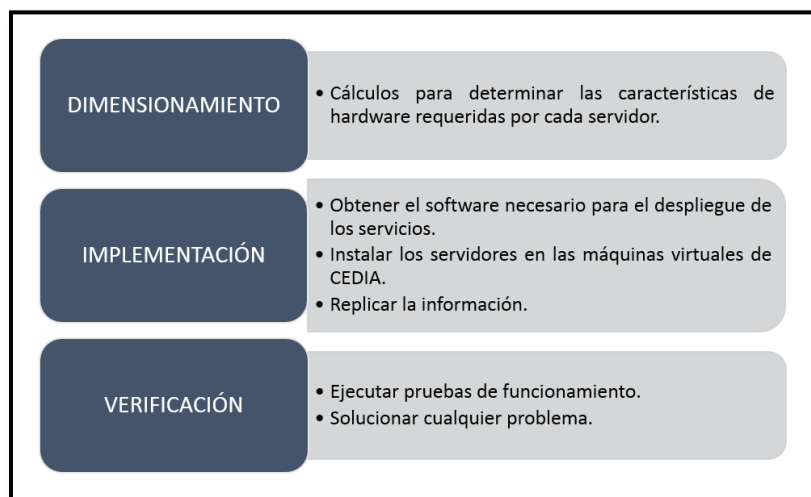


Figura 3.29. Actividades de los procesos de dimensionamiento, implementación y verificación.

3.6.3. Cálculo de Requerimientos de Hardware para las Máquinas Virtuales

Este apartado corresponde al proceso de dimensionamiento, y, se desarrolla en base a las ecuaciones presentadas en la sección 2.3.3; por lo tanto, se determina la capacidad de CPU, memoria RAM y disco duro que deben tener las máquinas virtuales en la nube de CEIDA, para soportar exitosamente la operación de los servicios.

3.6.3.1. Máquina Virtual Moodle

3.6.3.1.1. Cálculo de CPU

Como primera instancia se determinan los requerimientos de CPU que necesita el servidor Moodle, para esto se debe conocer cuáles son los paquetes que utiliza el servidor para su operación. El servidor requiere de 2 paquetes para funcionar, un paquete XAMPP, y, un paquete Moodle, que es el archivo del servicio como tal; por lo tanto, para determinar la cantidad de CPU que necesita esta máquina virtual, en base a la Ec. 2.1 se tiene:

$$CPU_{(Moodle VM)} = \frac{1}{2} CPU_{(XAMPP)} + \frac{1}{2} CPU_{(Moodle)} + 1 CPU_{(Crecimiento)} \quad (Ec. 3.1)$$

$$CPU_{(Moodle VM)} = 2 CPU$$

Así que, reemplazando valores en la Ec. 3.1, la cantidad de CPU que requiere el servidor Moodle para su operación es de 2 CPU's.

3.6.3.1.2. Cálculo de Memoria RAM

Es necesario calcular la cantidad de memoria que requiere la aplicación Moodle para su funcionamiento; para esto, en base a la Ec. 2.2 se deduce la Ec. 3.2:

$$RAM_{(Servicio)} = RAM_{(CentOS)} + RAM_{(XAMPP)} + RAM_{(Moodle)} \quad (Ec. 3.2)$$

Reemplazando valores en la Ec. 3.2, donde el término $RAM_{(CentOS)}$ es “512 MB” (Galuschka, 2018), el término $RAM_{(XAMPP)}$ es “192 MB” (Wiki Home, 2018), y, el último término $RAM_{(Moodle)}$ es “15 MB” (MoodleDocs, 2018), se obtiene que la cantidad de memoria RAM necesaria para la aplicación Moodle es 719 MB. Sin embargo, para holgura de los cálculos se aproxima este resultado a 1Gb.

Ahora, se procede con el cálculo de la cantidad de memoria RAM necesaria para atender al máximo número de usuarios concurrentes del servidor; entonces, el primer paso es determinar la cantidad de usuarios concurrentes del servidor, para esto, se aplica un intervalo de medición de 8 horas (480 minutos), tiempo equivalente a una jornada de trabajo completa en la UTN. En este intervalo de tiempo es cuando acceden al servidor la mayor cantidad de usuarios por día; además, el

número de usuarios registrados en el servidor es de 921, dato que se corrobora en la figura 3.30, y, el tiempo requerido para la realización de un reactivo alojado en el servidor es de 90 minutos aproximadamente. Con estos datos, se reemplaza valores en la Ec. 2.3 y se obtiene que en algún instante del día el promedio de usuarios concurrentes para el servidor Moodle es de 172 usuarios.



Figura 3.30. Usuarios registrados en el servidor Moodle. Recuperado de servidor Moodle FICA.

Ahora, es necesario determinar el número máximo de usuarios concurrentes para este servidor, para esto se emplea la Ec. 2.4, donde se establece un valor de 3 para la variable S ; así que la probabilidad de acierto del cálculo es de 99.87 %. Resolviendo la Ec. 2.4 con estos valores se obtiene la cantidad máxima de usuarios concurrentes para el servidor virtual:

$$C_{(Max)} = 172 + 3\sqrt{172}$$

$$C_{(Max)} = 211_{Usuarios}$$

Con lo cual, el servidor debe soportar como máximo 211 usuarios concurrentes en horas pico durante el día; ahora, se aplica la Ec. 2.5 para el cálculo de la cantidad de memoria RAM requerida para soportar a estos usuarios:

$$RAM_{(Cmax)} = 211 \div 50$$

$$RAM_{(Cmax)} = 4 \text{ GB}$$

Finalmente, para determinar la cantidad total de memoria RAM requerida por el servidor virtual Moodle se aplica la Ec. 2.6. Reemplazando valores se tiene que el valor total de memoria RAM que necesita el servidor virtual para desplegar el servicio Moodle es de 6 GB:

$$RAM_{(Moodle VM)} = 1GB + 4GB + 1GB$$

$$RAM_{(Moodle VM)} = 6GB$$

3.6.3.1.3. Cálculo de Disco Duro

Para determinar la cantidad requerida de disco duro para el servidor virtual Moodle, se emplea la Ec. 2.7 de acuerdo con los requerimientos del servidor, teniendo así la Ec. 3.3:

$$HD_{(Servicio)} = HD_{(CentOS)} + HD_{(XAMPP)} + HD_{(Moodle)} \quad (Ec. 3.3)$$

En la Ec. 3.3 el término $HD_{(CentOS)}$ equivale a “5 GB” (Galuschka, 2018), el término $HD_{(XAMPP)}$ es “261 MB” (XAMPP Installers, 2018), y, el último término $HD_{(Moodle)}$ es igual a “148MB” (Moodle downloads, 2018). Reemplazando los valores mencionados anteriormente en la Ec. 3.3 se tiene:

$$HD_{(Servicio)} = 5GB + 261MB + 148MB = 5.409GB \quad (Ec. 3.4)$$

El resultado de la Ec. 3.4 indica que para el despliegue del servicio Moodle, el servidor virtual necesita una cantidad de 5.409GB en disco duro. Además, para terminar con el cálculo del requerimiento de disco duro, se tiene en cuenta 20 GB que proceden del espacio ocupado y del que será ocupado en los próximos 10 años por los contenidos alojados en el servidor; asimismo, 15 GB que se consideran para un crecimiento futuro, debido al aumento de usuarios (Gerencie.com, 2018). Finalmente, con los datos expuestos anteriormente se emplea la Ec. 2.8 para determinar la cantidad total de disco duro requerida por el servidor virtual:

$$HD_{(Moodle VM)} = 5.409GB + 20GB + 15GB = 40.409GB \quad (Ec. 3.5)$$

El resultado de la Ec. 3.5 indica que el espacio total de disco duro requerido por el servidor para garantizar un buen funcionamiento es de 40.409 GB; pero, se aproxima el valor a 40 GB para facilitar la asignación de este requerimiento. Para concluir, la tabla 3.13 muestra un resumen de los requerimientos de CPU, memoria RAM y disco duro determinados para el servidor virtual Moodle.

Tabla 3.13. Requerimientos de hardware para el servidor Moodle.

Requerimiento	Valor
CPU	2
Memoria RAM	6GB
Capacidad de Disco	40GB

Fuente: Valores proporcionados por los cálculos.

3.6.3.2. Máquina Virtual Opina

3.6.3.2.1. Cálculo de CPU

Como primera instancia se determinan los requerimientos de CPU que necesita el servidor Opina, para esto se debe conocer cuáles son los paquetes que utiliza el servidor para su operación. El servidor requiere de 3 paquetes para funcionar, un JDK, el servidor Apache Tomcat, y, un gestor de base de datos; por lo tanto, para determinar la cantidad de CPU que necesita esta máquina virtual, en base a la Ec. 2.1 se tiene:

$$CPU_{(Opina\ VM)} = \frac{1}{2} CPU_{(JDK)} + \frac{1}{2} CPU_{(Apache)} + \frac{1}{2} CPU_{(BBDD)} + \frac{1}{2} CPU_{(Crecimiento)} \quad (Ec. 3.6)$$

$$CPU_{(Opina\ VM)} = 2CPU$$

Así que, reemplazando valores en la Ec. 3.6, la cantidad de CPU que requiere el servidor Opina para su operación es de 2 CPU's.

3.6.3.2.2. Cálculo de Memoria RAM

Es necesario calcular la cantidad de memoria RAM que requiere la aplicación Opina para su funcionamiento, para esto, en base a la Ec. 2.2 se deduce la Ec. 3.7:

$$RAM_{(servicio)} = RAM_{(Ubuntu)} + RAM_{(JDK)} + RAM_{(Apache)} + RAM_{(DB)} + RAM_{(Opina)} \quad (Ec. 3.7)$$

Reemplazando valores en la Ec. 3.7, donde el término $RAM_{(Ubuntu)}$ es “512MB” (Oficial Ubuntu, 2018), el término $RAM_{(JDK)}$ es “48MB” (Wiki Home, 2018), el término $RAM_{(Apache)}$ es “15MB” (Apache, 2018), el término $RAM_{(DB)}$ es “128MB” (Brant, 2018), y, el último término $RAM_{(Opina)}$ es “12MB” (OPINA, 2018), se obtiene que la cantidad de memoria RAM necesaria para la aplicación Opina es 715 MB. Sin embargo, para holgura de los cálculos se aproxima este resultado a 1GB.

Ahora, se procede con el cálculo de la cantidad de memoria RAM necesaria para atender al máximo número de usuarios concurrentes del servidor; entonces, el primer paso es determinar la cantidad de usuarios concurrentes del servidor, para esto, se aplica un intervalo de medición de 8 horas (480 minutos), tiempo equivalente a una jornada de trabajo completa en la UTN. Es en este

intervalo de tiempo cuando acceden al servidor la mayor cantidad de usuarios por día; además, el número de usuarios registrados en el servidor es de 777, dato que se corrobora en la figura 3.31, y, el tiempo que toma realizar una encuesta de las alojadas en el servidor es de 45 minutos aproximadamente. Con estos datos, se reemplaza valores en la Ec. 2.3 y se obtiene que en algún instante del día el promedio de usuarios concurrentes para el servidor Opina es de 113 usuarios.



Figura 3.31. Usuarios registrados en el servidor Opina. Recuperado de servidor Opina FICA.

Ahora, es necesario determinar el número máximo de usuarios concurrentes para este servidor, para esto se emplea la Ec. 2.4, donde se establece un valor de 3 para la variable S ; así que la probabilidad de acierto del cálculo es de 99.87 %. Resolviendo la Ec. 2.4 con estos valores se obtiene la cantidad máxima de usuarios concurrentes para el servidor virtual:

$$C_{(Max)} = 113 + 3\sqrt{113}$$

$$C_{(Max)} = 144_{Usuarios}$$

Con lo cual, el servidor debe soportar como máximo 144 usuarios concurrentes en horas pico durante el día; ahora, se aplica la Ec. 2.5 para el cálculo de la cantidad de memoria RAM requerida para soportar a estos usuarios:

$$RAM_{(Cmax)} = 144 \div 50$$

$$RAM_{(Cmax)} = 3 \text{ GB}$$

Finalmente, para determinar la cantidad total de memoria RAM requerida por el servidor virtual Opina se aplica la Ec. 2.6. Reemplazando valores se tiene que el valor total de memoria RAM que necesita el servidor virtual para desplegar el servicio Opina es de 5 GB:

$$RAM_{(Opina\ VM)} = 1GB + 3GB + 1GB$$

$$RAM_{(Opina\ VM)} = 5GB$$

3.6.3.2.3. Cálculo de Disco Duro

Para determinar la cantidad requerida de disco duro para el servidor virtual Opina, se emplea la Ec. 2.7 de acuerdo con los requerimientos del servidor, teniendo así la Ec. 3.8:

$$HD_{(Servicio)} = HD_{(Ubuntu)} + HD_{(JDK)} + HD_{(Apache)} + HD_{(DB)} + HD_{(Opina)} \quad (Ec. 3.8)$$

En la Ec. 3.8 el término $HD_{(Ubuntu)}$ equivale a “4 GB” (Official Ubuntu, 2018), el término $HD_{(JDK)}$ es “209 MB” (Oracle, 2018), el término $HD_{(Apache)}$ es igual a “17,4 MB” (Apache Tomcat, 2018), el término $HD_{(DB)}$ es “30 MB” (Linux.org, 2018), y, el último término $HD_{(Opina)}$ es igual a “19,4 MB” (SourceForge, 2018). Reemplazando los valores mencionados anteriormente en la Ec. 3.8 se tiene:

$$HD_{(Servicio)} = 4GB + 209MB + 17.4MB + 30MB + 19.4MB = 4.276GB \quad (Ec. 3.9)$$

El resultado de la Ec. 3.9 indica que para el despliegue del servicio Opina, el servidor virtual necesita una cantidad de 4.276GB en disco duro. Además, para determinar la cantidad necesaria de disco duro para almacenar los datos de los clientes, se debe conocer cuánto espacio en disco se necesita para almacenar un archivo de usuario, espacio equivalente a 1.2 MB, y, después, se debe multiplicar este valor por el número total de usuarios registrados en el servidor Opina (OPINA, 2018). Como se corrobora en la figura 3.44 el número de usuarios es de 777, así que se tiene:

$$1.2MB * 777_{Usuarios} = 932.4MB \quad (Ec. 3.10)$$

El resultado de la Ec. 3.10 se aproxima a 1 GB para facilitar los cálculos posteriores. Ahora, teniendo en cuenta que el servidor continúe funcionando los próximos 10 años, y, que por cada año el consumo de disco duro sea de 1GB, la capacidad de disco necesaria para alojar los datos es de 10 GB (Gerencie.com, 2018). Sumando este valor de 10 GB con el resultado de la Ec. 3.10 se obtiene

un total de 11 GB para almacenar los datos en el servidor. Finalmente, 4 GB se consideran como capacidad de disco para crecimiento futuro, teniendo en cuenta que posteriormente el número de usuarios que deseen emplear el servidor se incrementa. Es así como, con los datos expuestos anteriormente se emplea la Ec. 2.8 para determinar la cantidad total de disco duro requerida por el servidor virtual:

$$HD_{(Opina\ VM)} = 4.276GB + 11GB + 4GB = 19.276GB \quad (Ec. 3.11)$$

El resultado de la Ec. 3.11 indica que el espacio total de disco duro requerido por el servidor para garantizar un buen funcionamiento es de 19.276 GB; pero, se aproxima el valor a 20 GB para facilitar la asignación de este requerimiento. Para concluir, la tabla 3.14 muestra un resumen de los requerimientos de CPU, memoria RAM y disco duro, determinados para el servidor virtual Opina.

Tabla 3.14. Requerimientos de hardware para el servidor Opina.

Requerimiento	Valor
CPU	2
Memoria RAM	5GB
Capacidad de Disco	20GB

Fuente: Valores proporcionados por los cálculos.

3.6.4. Creación de las Máquinas Virtuales

En coordinación con el área técnica de CEDIA, se crean las dos máquinas virtuales requeridas para el proyecto; cada uno de estos equipos virtuales se establece de acuerdo con el dimensionamiento realizado en la sección 3.6.3.

3.6.4.1. Máquina Virtual Opina

CEDIA utiliza el hipervisor VMware, por lo tanto, a través de esta plataforma de virtualización se asignan los recursos computacionales para la máquina virtual Opina en base a la tabla 3.14. La tabla 3.15 presenta las principales características del servidor virtual Opina.

Tabla 3.15. Características principales del servidor virtual Opina.

Característica	Descripción
Sistema	Plataforma Virtual VMware
Procesador	Intel Xeon E5-2680 de 2.40GHz
Número de Procesadores	2

Memoria RAM	5Gb
Disco Duro	20Gb
Sistema Operativo	CentOS 7.5
Nombre de host	srvutn1
Nombre de usuario	utnadmin
Dirección IPv4 privada	10.10.101.66/8
Dirección IPv4 pública	201.159.222.65
Acceso al servicio (IPv4)	ficaopina4.tk
Dirección IPv6 enlace	fe80::42c:3b5f:20a4:945f/64
Dirección IPv6 global	2800:68:1aa5:320::2/64
Acceso al servicio (IPv6)	ficaopina.tk

Fuente: Servidor virtual Opina (CEDIA).

3.6.4.2. Máquina Virtual Moodle

Se asignan los recursos computacionales para la máquina virtual Moodle en base a la tabla 3.13; la tabla 3.16 muestra las principales características de este servidor virtual.

Tabla 3.16. Características principales del servidor virtual Moodle.

Característica	Descripción
Sistema	Plataforma Virtual VMware
Procesador	Intel Xeon E5-2680 de 2.40GHz
Número de Procesadores	2
Memoria RAM	6Gb
Disco Duro	40Gb
Sistema Operativo	CentOS 7.5
Nombre de host	srvutn2
Nombre de usuario	utnadmin
Dirección IPv4 privada	10.10.101.67/8
Dirección IPv4 pública	201.159.222.66
Acceso al servicio (IPv4)	ficamoodle4.tk
Dirección IPv6 enlace	fe80::ba0a:a45d:f146:1d70/64
Dirección IPv6 global	2800:68:1aa5:320::3/64
Acceso al servicio (IPv6)	ficaomoodle.tk

Fuente: Servidor virtual Moodle (CEDIA).

3.6.4.3. Acceso a las Máquinas Virtuales

CEDIA permite el acceso hacia las máquinas virtuales a través de una Red Privada Virtual (VPN); por lo tanto, facilita una dirección URL perteneciente al enlace VPN, asimismo, un nombre de usuario y una contraseña para poder establecer la sesión. La tabla 3.17 muestra la información proporcionada por CEDIA para acceder a sus recursos.

Tabla 3.17. Información de la VPN para acceder a la nube de CEDIA.

Parámetro	Valor
URL	https://201.159.220.34/sslvpn/Login/Login
Usuario	UserUTN2

Fuente: Datos proporcionados por el área técnica de CEDIA.

Por lo cual, para acceder a los recursos proporcionados por CEDIA es necesario ingresar a la URL citada en la tabla 3.17 a través de un navegador web; una vez que se inicia sesión se muestra una ventana tal como lo indica la figura 3.32.

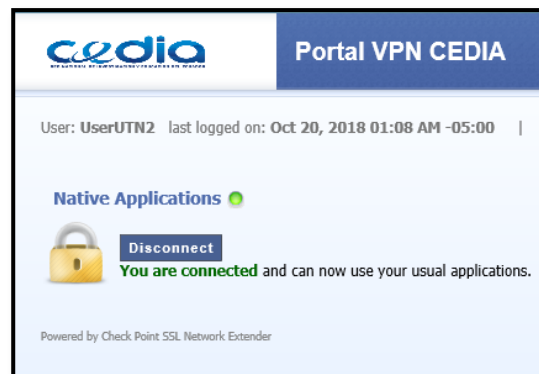


Figura 3.32. Portal VPN CEDIA. Recuperado de VPN-Cedia (2018).

Ahora, ya es posible acceder a los servidores virtuales a través del protocolo seguro Secure Shell (SSH). El anexo D muestra detalladamente cómo ingresar al portal VPN de CEDIA.

3.6.5. Instalación de los Servidores Virtuales

En este apartado se lleva a cabo la puesta en marcha de los servidores virtuales; tal como se muestra en la figura 3.29, este proceso consta de 3 actividades.

3.6.5.1. Obtención del Software Necesario

En esta sección se muestra como descargar los paquetes de cada uno de los servicios involucrados. Hay que tener en cuenta el hecho de que generalmente los programas se van actualizando con el tiempo, por ende, se debe hacer lo posible para trabajar con las versiones más actuales que existen.

3.6.5.1.1. Servidor Opina

Para el caso del gestor de encuestas Opina, el desarrollador no ha lanzado actualizaciones los últimos años, siendo la versión 2.7.0, del 8 de julio de 2014, la más actual que existe. La figura 3.33 presenta las versiones más recientes del gestor de encuestas Opina.

Name	Modified	Size	Downloads / Week
opina-2.7.0-bin.zip	2014-07-08	30.7 MB	3
opina-2.6.0-bin.zip	2013-02-08	29.3 MB	1
opina-2.5.0-bin.zip	2013-01-02	41.4 MB	1
opina-bin-1.5.1.zip	2012-02-25	14.5 MB	1
opina-bin-1.5.0.zip	2010-05-17	14.5 MB	0
opina-bin-1.4.5.zip	2010-03-19	14.4 MB	0
opina-bin-1.4.4.zip	2010-02-07	14.4 MB	0

Figura 3.33. Versiones más recientes de Opina. Recuperado de sourceforge.net.

Sin embargo, las versiones 2.5.0, 2.6.0 y 2.7.0 son inestables, por lo tanto, es necesario obtener el archivo de instalación de la versión 1.5.1 del gestor de encuestas Opina; para esto, es necesario seguir el siguiente procedimiento: primero, entrar a la página SourceForge – Download, Develop and Publish Free Open Source Software; segundo, ingresar la palabra opina en el buscador, y, dar clic en buscar para obtener los resultados; tercero, seleccionar el resultado Opina: Online Survey Software; cuarto, dirigirse a la sección Files, y, quinto, descargar el archivo opina-1.5.1-bin.zip.

3.6.5.1.2. Servidor Moodle

Para el servidor Moodle, la situación es muy favorable debido a que se actualiza de manera muy frecuente; tal es el caso, que la última versión data del viernes 13 de julio de 2018. La figura 3.34 presenta las características de esta versión.

Version	Information	.tgz	.zip
Moodle 3.5.1+ MOODLE_35_STABLE	This package is built every week with new fixes produced by our stable development process. It contains a number of fixes made since the 3.5.1 release and is usually a better choice for production than the actual 3.5.1 package below.	Download tgz	Download zip
Built Weekly 6 days 18 hours ago	<ul style="list-style-type: none"> Recent changes log Upgrading notes Requires: PHP 7.0, MariaDB 5.5.31 or MySQL 5.5.31 or Postgres 9.3 or MSSQL 2008 or Oracle 10.2 Language packs 	44.2MB 348 today	58.1MB 850 today
		[md5] [sha256]	[md5] [sha256]

Figura 3.34. Versión 3.5.1+ de Moodle. Recuperado de Moodle downloads (2018).

Para obtener el archivo de instalación de esta última versión de Moodle, es necesario seguir el siguiente procedimiento: primero, ingresar a la página Moodle downloads – Moodle.org; segundo, dar clic sobre MOODLE 3.5.1+, y, tercero, descargar el archivo tgz o zip de esta versión.

3.6.5.2. Instalación de los Servicios

3.6.5.2.1. Servidor Opina

Para el despliegue del gestor de encuestas Opina, se requieren ciertos paquetes que permiten el funcionamiento de la aplicación; por lo tanto, el procedimiento necesario para poner en marcha el servidor virtual consta de los siguientes pasos:

- Instalar un Software Development Kit (SDK), en este caso el JDK de Java versión 1.8.0_170.
- Instalar un gestor de base de datos, en este caso MySQL versión 5.6.40.
- Instalar el paquete Apache Tomcat versión 9.0.10.
- Instalar el gestor de encuestas Opina versión 1.5.1.

Finalmente, se optimiza el funcionamiento del servidor a través de las siguientes tareas:

- Configurar redireccionamiento de directorio y redireccionamiento HTTPS.
- Configurar el nombre de dominio (DNS).
- Instalar certificados digitales otorgados por Let's Encrypt.

El anexo E muestra paso a paso el proceso de instalación del gestor de encuestas Opina.

3.6.5.2.2. Servidor Moodle

Para el despliegue del servicio Moodle, se requieren ciertos paquetes que permiten el funcionamiento de la aplicación; de modo que, el procedimiento que se debe seguir para poner en marcha el servidor virtual consta de los siguientes pasos:

- Instalar un gestor de base de datos, en este caso MySQL versión 5.6.40.
- Instalar un servidor HTTP, en este caso Apache versión 2.4.6-80.
- Instalar un soporte para HTML, en este caso PHP versión 7.1.18.
- Instalar el servicio Moodle versión 3.5.1+.

Finalmente, se optimiza el funcionamiento del servidor a través de las siguientes tareas:

- Configurar redireccionamiento de directorio y redireccionamiento HTTPS.
- Configurar el nombre de dominio (DNS)
- Instalar certificados digitales otorgados por Let's Encrypt.

El anexo F presenta paso a paso el proceso de instalación del servidor virtual Moodle.

3.6.5.3. Réplica de la Información

Esta actividad refleja una gran importancia, ya que, mediante la réplica de información de los servidores físicos, es posible actualizar los servidores virtuales, para que los contenidos sean idénticos, y, así, continuar trabajando con los nuevos servidores sin ningún inconveniente.

3.6.5.3.1. Servidor Opina

Para empezar, es necesario acceder al gestor de encuestas Opina a través de una cuenta de administrador, posteriormente, se debe empezar a crear y modelar cada una de las encuestas, hasta que el servidor virtual contenga exactamente el mismo contenido que el servidor físico. Este procedimiento de replicar la información sobre el servidor virtual se desarrolla en base al manual de uso de Opina, que se muestra en el anexo G.

3.6.5.3.2. Servidor Moodle

Para iniciar, se debe ingresar al servidor Moodle a través de la cuenta de administración, posteriormente, se debe empezar a crear las categorías y los cursos necesarios, asimismo, se debe cargar los cuestionarios en cada uno de los cursos hasta que el servidor virtual contenga exactamente la misma información que el servidor físico. Este procedimiento de replicar la información sobre el servidor virtual se desarrolla en base al manual de uso de Moodle, que se muestra en el anexo H.

3.6.6. Comprobación del Funcionamiento

3.6.6.1. Servidor Virtual Opina

Para verificar que el servidor virtual funciona correctamente se aplica un checklist, enfocado en 4 secciones distintas; la primera verifica el funcionamiento a nivel del sistema de la máquina virtual; la segunda verifica el redireccionamiento; la tercera verifica el DNS y el protocolo HTTPS, y, finalmente, la última verifica que el usuario pueda acceder al servicio y navegar a través de su contenido. La tabla 3.18 muestra el checklist mencionado.

Tabla 3.18. Checklist para verificar el funcionamiento del servidor Opina.

Funcionamiento	SI	NO
1. Sistema		
Servicio de Red	<input checked="" type="checkbox"/>	
Base de datos MySQL	<input checked="" type="checkbox"/>	
Apache Tomcat	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. Redireccionamiento		
De puerto 80 a puerto 443	<input checked="" type="checkbox"/>	
De directorio raíz a directorio opina	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. Protocolos		
Protocolo seguro HTTPS	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sistema de nombres de dominio DNS	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. Servicio		
El usuario puede acceder	<input checked="" type="checkbox"/>	
El usuario puede navegar	<input checked="" type="checkbox"/>	

Fuente: Servidor virtual Opina CEDIA.

Verificado el funcionamiento del servidor, la figura 3.35 muestra la página de inicio del servicio a través del protocolo IPv4, a la que se accede desde un navegador web ingresando el dominio `ficaopina4.tk`, tal como indica la tabla 3.15.

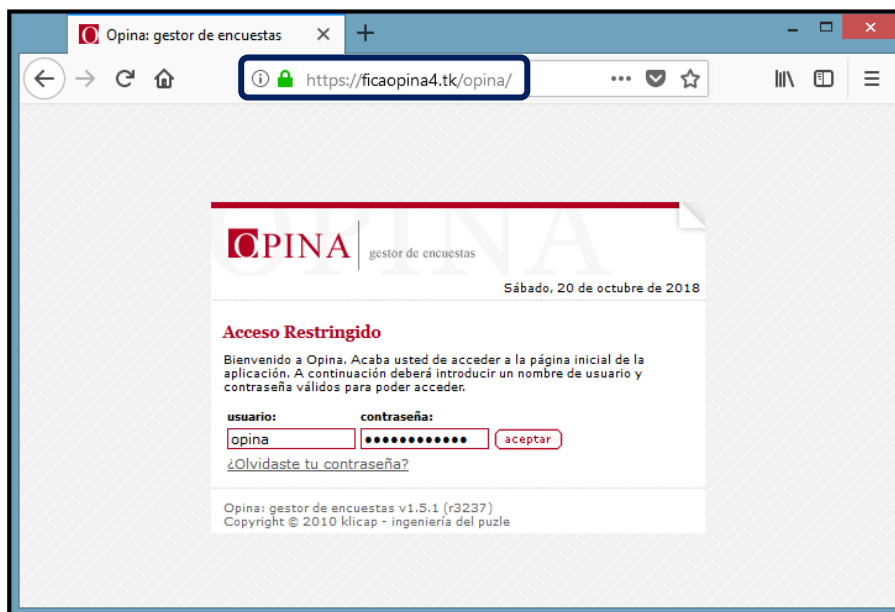


Figura 3.35. Página de inicio de Opina (IPv4). Recuperado de servidor Opina CEDIA.

Asimismo, la figura 3.36 muestra la página de inicio del servicio a través del protocolo IPv6, a la que se accede ingresando el dominio `ficaopina.tk`, tal como indica la tabla 3.15.

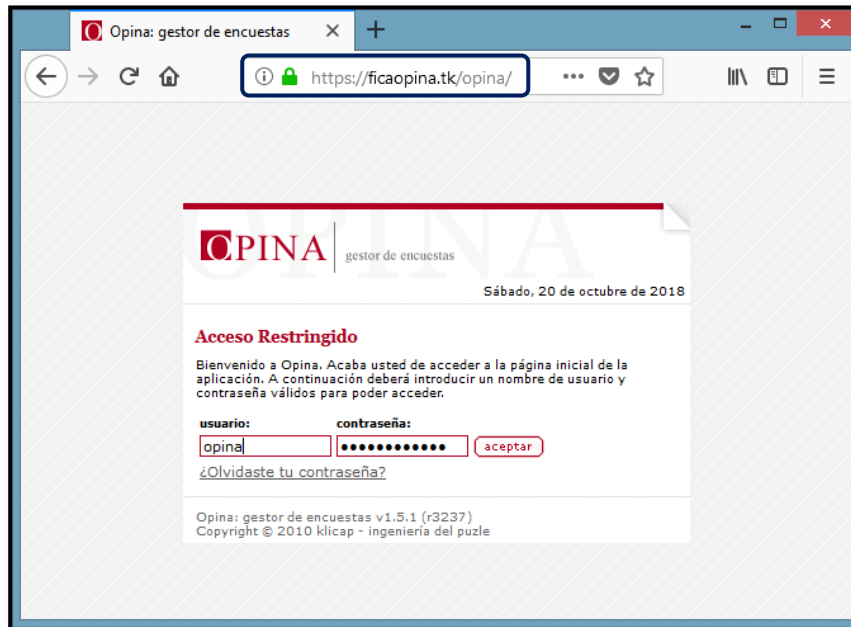


Figura 3.36. Página de inicio de Opina (IPv6). Recuperado de servidor Opina CEDIA.

3.6.6.2. Servidor Virtual Moodle

Para verificar que el servidor virtual Moodle funciona correctamente, se aplica un checklist con las mismas características del checklist aplicado en el servidor virtual Opina, tal como se muestra en la tabla 3.19.

Tabla 3.19. Checklist para verificar el funcionamiento del servidor Moodle.

Funcionamiento	SI	NO
1. Sistema		
Servicio de Red	<input checked="" type="checkbox"/>	
Base de datos MySQL	<input checked="" type="checkbox"/>	
Servidor Apache	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. Redireccionamiento		
De puerto 80 a puerto 443	<input checked="" type="checkbox"/>	
De directorio raíz a directorio moodle	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. Protocolos		
Protocolo seguro HTTPS	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sistema de nombres de dominio DNS	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. Servicio		
El usuario puede acceder	<input checked="" type="checkbox"/>	
El usuario puede navegar	<input checked="" type="checkbox"/>	

Fuente: Servidor virtual Moodle CEDIA.

Verificado el funcionamiento del servidor, la figura 3.37 muestra la página de inicio del servicio a través del protocolo IPv4, a la que se accede desde un navegador web ingresando el dominio ficamoodle4.tk, tal como indica la tabla 3.16.

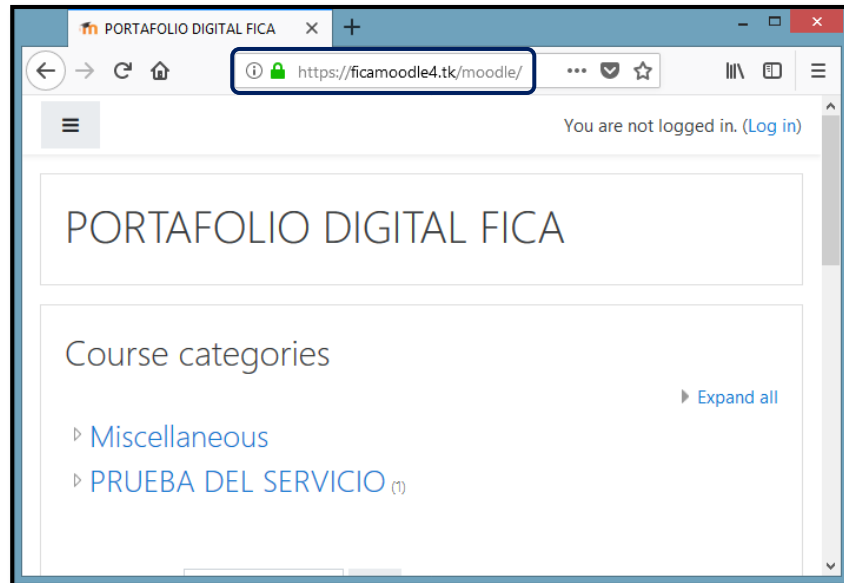


Figura 3.37. Página de inicio de Moodle (IPv4). Recuperado de servidor Moodle CEDIA.

Asimismo, la figura 3.38 muestra la página de inicio del servicio a través del protocolo IPv6, a la que se accede ingresando el dominio ficamoodle.tk, tal como indica la tabla 3.16.

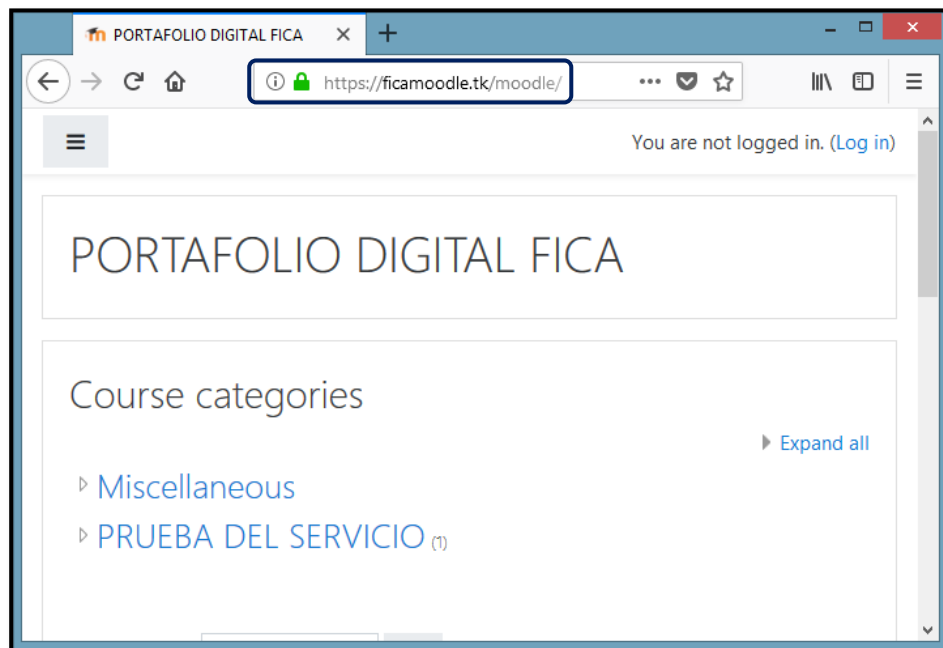


Figura 3.38. Página de inicio de Moodle (IPv6). Recuperado de servidor Moodle CEDIA.

3.7. Estudio de Benchmarking Posterior

Esta sección es muy importante, porque aquí se ejecutan las pruebas de rendimiento sobre los servidores alojados en CEDIA; lo que permite determinar la mejora de los servidores virtuales con respecto a los servidores físicos. Para este estudio se toma en consideración el mismo criterio de evaluación que se aplicó en el Benchmarking Anterior; por lo tanto, la única diferencia es que ahora los servidores de la nube son los evaluados.

3.7.1. Realización de las Pruebas de Rendimiento

Se ejecutan las pruebas de rendimiento IOzone, RAMspeed y 7-Zip Compression de PTS; asimismo, las pruebas de rendimiento Pingdom y Uptrends que evalúan la velocidad de acceso a través de la red avanzada.

3.7.1.1. Ejecución de las Pruebas de Rendimiento de PTS

El método aplicado para ejecutar las pruebas de rendimiento de PTS toma las mismas consideraciones establecidas para los servidores físicos, la única diferencia es que no se utiliza el servidor Phoromatic, debido a que los servidores de CEDIA no tienen una interfaz de usuario gráfica (GUI), y, Phoromatic necesita una GUI para funcionar; por lo tanto, las pruebas se ejecutan desde la interfaz de línea de comandos (CLI) de las máquinas virtuales. El anexo B muestra el proceso de ejecución de las pruebas de rendimiento de PTS a través de la CLI.

3.7.1.2. Ejecución de las Pruebas de Rendimiento de Velocidad de Acceso

Para efectuar las pruebas de rendimiento de velocidad de acceso hacia los servidores virtuales a través de la red avanzada, se toman en cuenta las mismas consideraciones del Benchmarking Anterior. El anexo C muestra la ejecución de las pruebas de velocidad de acceso.

3.7.2. Análisis de los Resultados de las Pruebas de Rendimiento

Se obtiene el mismo número de resultados del Benchmarking Anterior; por lo tanto, con respecto a las pruebas realizadas a través de PTS, en total cada servidor virtual cuenta con 18 resultados; por otro lado, de acuerdo con las pruebas de rendimiento de velocidad de acceso, cada servidor virtual cuenta con 12 resultados en total, tanto el servidor virtual Moodle como el Opina.

3.7.2.1. Servidor Virtual Opina

La tabla 3.20 muestra la tabulación de los resultados para el servidor virtual Opina; por lo tanto, analizando los resultados obtenidos a través de PTS se concluye el estado actual de rendimiento del servidor en base a cada uno de los 3 componentes evaluados. Gracias a la prueba IOzone se determina que el disco duro es capaz de escribir datos a una velocidad de 428.758 MB/s; mediante la prueba RAMspeed se determina que la memoria RAM tiene la capacidad de trabajar con los datos a una velocidad de 19346.20 MB/s, y, finalmente, a través de la prueba 7-Zip Compress se concluye que el procesador del servidor puede realizar hasta 6432 instrucciones MIPS simultáneamente.

En cuanto a las pruebas de velocidad de acceso al servidor a través de la red avanzada, gracias a la prueba Pingdom se obtuvo un resultado de tiempo de carga de 606.5 milisegundos; asimismo, a través de la prueba Uptrends el resultado fue de 1.28 segundos. Para obtener un solo valor en calcula un promedio entre los 2 valores mencionados anteriormente, obteniendo así un único resultado de 0.94 segundos, que es el tiempo que tarda el cliente en acceder al servidor virtual Opina.

3.7.2.2. Servidor Virtual Moodle

La tabla 3.21 muestra la tabulación de los resultados para el servidor virtual Moodle; por lo tanto, analizando los resultados obtenidos a través de PTS se concluye el estado actual de rendimiento del servidor en base a cada uno de los 3 componentes evaluados. Gracias a la prueba IOzone se determina que el disco duro es capaz de escribir datos a una velocidad de 358.138 MB/s; mediante la prueba RAMspeed se determina que la memoria RAM tiene la capacidad de trabajar con los datos a una velocidad de 19224.31 MB/s, y, finalmente, a través de la prueba 7-Zip Compress se concluye que el procesador del servidor puede realizar hasta 6267 instrucciones MIPS simultáneamente.

En cuanto a las pruebas de velocidad de acceso al servidor a través de la red avanzada, gracias a la prueba Pingdom se obtiene un resultado de tiempo de carga de 1.92 segundos; asimismo, a través de la prueba Uptrends el resultado es de 2.15 segundos. Para obtener un solo valor se calcula un promedio entre los 2 valores mencionados anteriormente, obteniendo así un único resultado de 2.04 segundos, que es el tiempo que tarda el cliente en acceder al servidor virtual Moodle.

3.7.2.3. Resumen del Análisis de Resultados

En esta sección se presenta un resumen del análisis de resultados expuesto anteriormente; para la mayor parte de los resultados, se aproximan los valores a su inmediato superior o inferior con la finalidad de eliminar la parte decimal, y, facilitar la comprensión de los resultados obtenidos. La tabla 3.22 recopila los resultados de las pruebas de rendimiento realizadas sobre cada sistema, donde se refleja el rendimiento de los servidores virtuales Moodle y Opina, por lo que esta tabla es muy importante, sobre todo para análisis posteriores dentro de este trabajo.

Tabla 3.20. Tabulación de los resultados obtenidos en el servidor virtual Opina.

N°	Prueba	00h00	04h00	08h00	12h00	16h00	20h00	Promedio
1	Iozone	406.85 MB/s	435.43 MB/s	447.27 MB/s	438.30 MB/s	431.45 MB/s	413.25 MB/s	428.758 MB/s
2	RAMspeed	19289.81 MB/s	19288.49 MB/s	19329.08 MB/s	19355.59 MB/s	19403.23 MB/s	19411.02 MB/s	19346.20 MB/s
3	7-Zip Compression	6353 MIPS	6435 MIPS	6473 MIPS	6435 MIPS	6393 MIPS	6501 MIPS	6432 MIPS
4	Pingdom	606 ms	596 ms	611 ms	603 ms	625 ms	598 ms	606.5 ms
5	Uptrends	1.0 segundos	1.4 segundos	1.0 segundos	1.0 segundos	0.9 segundos	2.4 segundos	1.28 segundos

Fuente: Anexo I y J.

Tabla 3.21. Tabulación de los resultados obtenidos en el servidor virtual Moodle.

N°	Prueba	00h00	04h00	08h00	12h00	16h00	20h00	Promedio
1	Iozone	351.37 MB/s	378.92 MB/s	356.26 MB/s	361.56 MB/s	336.54 MB/s	364.18 MB/s	358.138 MB/s
2	RAMspeed	19278.19 MB/s	19141.73 MB/s	19209.73 MB/s	19286.33 MB/s	19165.75 MB/s	19264.15 MB/s	19224.31 MB/s
3	7-Zip Compression	6134 MIPS	6191 MIPS	6309 MIPS	6255 MIPS	6346 MIPS	6367 MIPS	6267 MIPS
4	Pingdom	1.91 segundos	1.91 segundos	1.89 segundos	1.98 segundos	1.90 segundos	1.91 segundos	1.92 segundos
5	Uptrends	1.7 segundos	3.0 segundos	2.0 segundos	2.1 segundos	1.9 segundos	2.2 segundos	2.15 segundos

Fuente: Anexo I y J.

Tabla 3.22. Rendimiento de los servidores virtuales Moodle y Opina.

Sistema	Disco Duro	RAM	CPU	Red (Red Avanzada)
Opina	Escribe a 429 MB/s	Trabaja a 19346 MB/s	Soporta 6432 Procesos	El usuario accede en 0.94 segundos
Moodle	Escribe a 358 MB/s	Trabaja a 19224 MB/s	Soporta 6267 Procesos	El usuario accede en 2.04 segundos

Fuente: Anexo I y J.

3.7.3. Resumen del Benchmarking Posterior

En esta sección se presenta una compilación del estudio de benchmarking realizado. La tabla 3.23 presenta los datos más relevantes acerca de las pruebas de rendimiento ejecutadas, así como los resultados obtenidos gracias a cada prueba.

Tabla 3.23. Resumen del Benchmarking Posterior.

N°	Prueba	ID	Tipo	Versión	Tiempo	Perfil	Variables	Moodle	Opina
1	IOzone 3.465	pts/iozone	Prueba de disco.	1.9.4	3 minutos	Evalúa el rendimiento del disco duro.	Rendimiento de lectura y escritura.	Escribe a 429 MB/s	Escribe a 358 MB/s
2	RAMspeed SMP 3.5.0	pts/ramspeed	Prueba de memoria.	1.4.1	5 minutos	Evalúa el rendimiento de la memoria RAM.	Copiar, escalar, añadir, triada y promedio.	Trabaja a 19346 MB/s	Trabaja a 19224 MB/s
3	7-Zip Compression 16.02	pts/compress- 7zip	Prueba de procesador.	1.7.0	5 minutos	Evalúa el rendimiento del procesador.	NA	Soporta 6432 procesos	Soporta 6267 procesos
4	Pingdom	NA	Prueba de red.	NA	1 minuto	Evalúa la velocidad de acceso.	Distintos sitios de prueba.	1.92 segundos	606.5 milisegundos
5	Uptrends	NA	Prueba de red.	NA	1 minuto	Evalúa la velocidad de acceso.	Distintos sitios de prueba.	2.15 segundos	1.28 segundos

Fuente: Anexo I y J.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SERVIDORES FÍSICOS VERSUS LOS SERVIDORES VIRTUALES

4.1. Introducción

El desarrollo de este capítulo es muy relevante, ya que se realiza un análisis comparativo de los servidores físicos vs. los servidores virtuales, con lo que se evidencia la mejora de rendimiento a nivel de CPU, memoria RAM y disco duro gracias a la infraestructura de nube de CEDIA; asimismo, se evidencia la mejora de velocidad de acceso hacia los servidores mediante el uso de la red avanzada.

4.2. Análisis Comparativo del Benchmarking Anterior vs. el Benchmarking Posterior

Mediante los resultados obtenidos a través del benchmarking anterior y posterior, se concluye la mejora de rendimiento de los servidores virtuales establecidos sobre la infraestructura de nube de CEDIA, con respecto a los servidores físicos alojados en el data center de la FICA.

4.2.1. Infraestructura FICA vs. Infraestructura CEDIA

Los fundamentos para este análisis son los resultados obtenidos gracias a las pruebas realizadas a través de la plataforma de benchmarking PTS. La tabla 4.1 presenta una compilación de los datos necesarios para el análisis, donde se muestra información acerca de las capacidades computacionales y de rendimiento de cada servidor, tanto físico como virtual.

Tabla 4.1. Capacidad y rendimiento de los servidores físicos y virtuales.

N°	Infraestructura	Servidor	Elemento	Capacidad (C)	Rendimiento (R)
1	FICA	Opina	CPU(s)	4	Soporta 6643 procesos
			RAM	4.8 Gb	Trabaja a 3487 Mb/s
			Disco	150 Gb	Escribe a 300 Mb/s
2	CEDIA	Opina	CPU(s)	2	Soporta 6432 procesos
			RAM	5 Gb	Trabaja a 19346 Mb/s
			Disco	40 Gb	Escribe a 429 Mb/s
3	FICA	Moodle	CPU(s)	12	Soporta 20689 procesos
			RAM	7.6 Gb	Trabaja a 6760 Mb/s
			Disco	238 Gb	Escribe a 169 Mb/s
4	CEDIA	Moodle	CPU(s)	2	Soporta 6267 procesos
			RAM	6 Gb	Trabaja a 19224 Mb/s
			Disco	20 Gb	Escribe a 358 Mb/s

Fuente: Resultados del Benchmarking Anterior y Posterior.

Para determinar el nivel de rendimiento de cada servidor en base a sus capacidades computacionales, se calcula R/C, que representa el cociente entre el rendimiento y la capacidad del servidor, tomando los valores presentados en la tabla 4.1. Con este cálculo se evidencia el nivel real de rendimiento, pues el resultado refleja el rendimiento de cada servidor por unidad de CPU (1CPU), de memoria RAM (1GB) y de disco duro (1GB). La tabla 4.2 muestra los resultados del cálculo R/C.

Tabla 4.2. Cálculo R/C para servidores físicos y virtuales.

Servidor	Elemento	R/C FICA	R/C CEDIA
Opina	CPU	Soporta 1661 procesos	Soporta 3216 procesos
	RAM	Trabaja a 872 Mb/s	Trabaja a 3869 Mb/s
	Disco	Escribe a 2 Mb/s	Escribe a 11 Mb/s
Moodle	CPU	Soporta 1724 procesos	Soporta 3134 procesos
	RAM	Trabaja a 966 Mb/s	Trabaja a 3204 Mb/s
	Disco	Escribe a 1 Mb/s	Escribe a 18 Mb/s

Fuente: Valores presentados en la tabla 4.1.

La figura 4.1 muestra gráficamente la mejora de rendimiento que presentan los servidores virtuales versus los servidores físicos, en base a los valores resultantes presentados en la tabla 4.2. Para construir el gráfico se eliminan las unidades de cada uno de los valores que se muestran en las columnas R/C FICA y R/C CEDIA de la tabla 4.2, con la finalidad de trabajar con valores homogéneos; así, las unidades del eje vertical de la figura 4.1 son unidades de R/C.

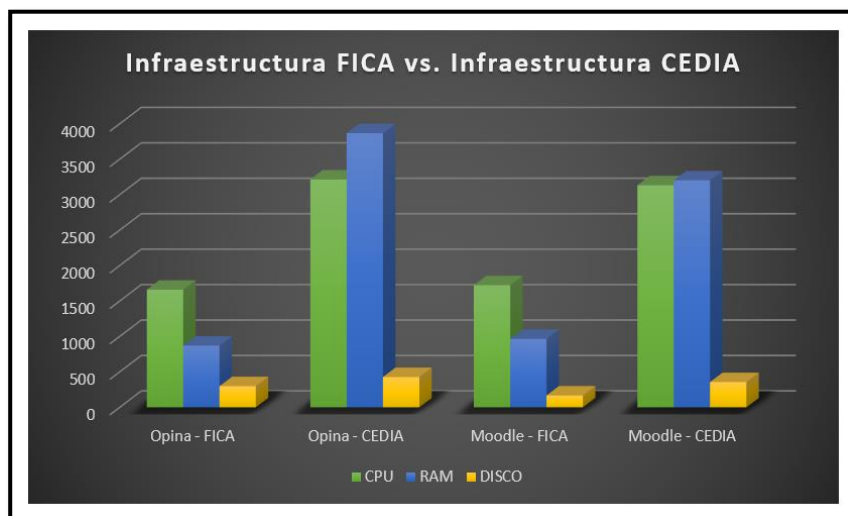


Figura 4.1. Infraestructura FICA vs. Infraestructura CEDIA.

4.2.2. Internet vs. Red Avanzada

Esta sección representa una gran importancia para el presente proyecto, aquí se realiza un análisis comparativo entre utilizar el internet para acceder a los servidores físicos versus utilizar la

red avanzada para acceder a los servidores virtuales. Este análisis se fundamenta en los resultados generados gracias a la ejecución de las pruebas de velocidad de acceso mediante las herramientas Pingdom y Uptrends, la tabla 4.3 presenta los resultados requeridos para el análisis; asimismo, muestra la ganancia que se obtiene (en valores porcentuales) al usar la red avanzada.

Tabla 4.3. Rendimiento del internet y la red avanzada.

Servidor	Internet	Red Avanzada	Ganancia
Opina	El usuario accede en 1.05 segundos	El usuario accede en 0.94 segundos	12 %
Moodle	El usuario accede en 2.42 segundos	El usuario accede en 2.04 segundos	19 %

Fuente: Resultados de las pruebas de rendimiento de velocidad de acceso.

Los valores presentados en la última columna de la tabla 4.3 se obtienen aplicando la fórmula:

$$Ganancia = \left(\frac{\text{Tiempo de carga}_{Internet\ comercial}}{\text{Tiempo de carga}_{Red\ avanzada}} - 1 \right) * 100\% \quad (4.1)$$

Remplazando los valores pertenecientes al servidor Opina y al servidor Moodle en la ecuación 4.1 se obtienen las ecuaciones 4.2 y 4.3, cuyos resultados son los que se muestran en la tabla 4.3.

$$Ganancia_{Opina} = \left(\frac{1.05\ segundos}{0.94\ segundos} - 1 \right) * 100\% = 12\% \quad (4.2)$$

$$Ganancia_{Moodle} = \left(\frac{2.42\ segundos}{2.04\ segundos} - 1 \right) * 100\% = 19\% \quad (4.3)$$

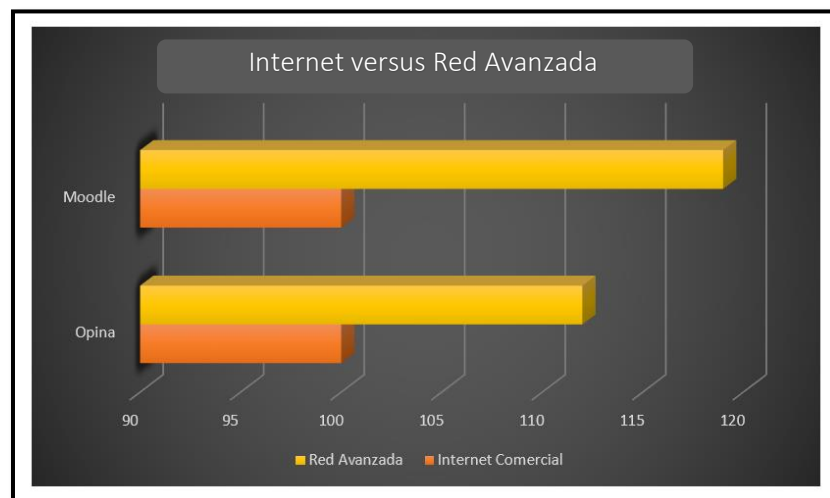


Figura 4.2. Internet vs. Red Avanzada.

Utilizar la red avanzada para acceder a los servidores en lugar del internet representa una gran ventaja, pues el tiempo que tarda un usuario en acceder al servicio se reduce de 1.05 segundos a 0.94 segundos para el gestor de encuestas Opina, y, de 2.42 segundos a 2.04 segundos para el servicio

Moodle; de modo que, estos valores reflejan un incremento porcentual del 12 % en la velocidad de acceso para el servidor Opina, y, del 19 % para el servidor Moodle. La figura 4.2 muestra gráficamente este incremento porcentual de rendimiento; por lo tanto, el eje horizontal de la figura representa valores porcentuales.

4.3. Factores que también Intervienen en la Mejora del Rendimiento

Cabe recalcar que la notoria mejora del rendimiento de los servidores virtuales depende de varios factores como: el sistema operativo de los equipos, el tipo de interfaz de usuario (GUI o CLI), la versión y año de las aplicaciones, entre otros.

4.3.1. Sistema Operativo e Interfaz de Usuario

El tipo de interfaz de usuario que se utiliza en un sistema operativo es un parámetro muy importante para el rendimiento del equipo. José Manuel (2018) afirma que un equipo con una interfaz de línea de comandos es mucho más eficiente que uno con interfaz de usuario gráfica, porque una GUI utiliza mucha más memoria RAM que una CLI; de modo que, un equipo con CLI se vuelve mucho más rápido que un equipo con GUI.

“Un equipo con CLI ofrece a los usuarios un mayor control sobre el sistema en general, y, también les ofrece la habilidad de crear scripts, que son archivos llenos de comandos específicos para cumplir ciertas funciones en particular, funciones o tareas mucho más útiles y complejas con respecto a las que se pueden crear con una interfaz GUI” (mrNayaNi, 2016). Por lo tanto, un equipo que utiliza CLI es mucho más eficiente que uno que utiliza GUI. La tabla 4.4 muestra el sistema operativo que tienen instalados los servidores; asimismo, presenta el tipo de interfaz de usuario que utilizan.

Tabla 4.4. Sistema operativo e interfaz de usuario de los servidores.

Infraestructura	Servidor	Sistema Operativo	Interfaz de Usuario
FICA	Opina	Ubuntu 12.10	GUI - Interfaz de usuario gráfica
CEDIA	Opina	CentOS 7.5	CLI - Interfaz de línea de comandos
FICA	Moodle	CentOS 6.5	GUI - Interfaz de usuario gráfica
CEDIA	Moodle	CentOS 7.5	CLI - Interfaz de línea de comandos

Fuente: Servidores virtuales de CEDIA y servidores físicos de la FICA.

Cuando se trata de servidores, el sistema operativo CentOS de Linux, es el más utilizado en el mundo entero, debido a que fue desarrollado para funcionar en servidores potentes que manejan grandes cantidades de clientes. En base a la tabla 4.4, los servidores virtuales cuentan con un sistema operativo mucho más potente con respecto a los servidores físicos, que es CentOS en su versión más actual de 2018, la versión 7.5; asimismo, los servidores virtuales operan con CLI, mientras que los servidores físicos operan con GUI. Por estos motivos es que el rendimiento de los servidores virtuales es muy alto con respecto a los servidores físicos.

4.3.2. Versiones de los Servicios y Componentes

Con respecto al servicio Moodle, la versión instalada en el servidor físico es del año 2013, mientras que la versión instalada en el servidor virtual es del año 2018; así mismo, con respecto al servicio Opina, la versión instalada en el servidor físico es del año 2012, mientras que la versión instalada en el servidor virtual es del año 2014, que es la última versión del servicio. La tabla 4.5 presenta las versiones de los servicios y sus componentes.

Tabla 4.5. Versiones de los servicios y sus componentes.

N°	Elemento	FICA	CEDIA	FICA	CEDIA
1	Servicio	Opina	Opina	Moodle	Moodle
2	Versión del servicio	Opina 1.5.0	Opina 1.5.1	Moodle 2.4	Moodle 3.5.1+
3	Versión del servidor HTTP	Tomcat 6.0.36	Tomcat 9.0.10	Apache 2.2.21	Apache 2.4.6
4	Versión de la base de datos	MySQL 5.5.16	MySQL 5.6.40	MySQL 5.5.16	MySQL 5.6.40
5	Versión del SDK	JDK 1.6.0	JDK 1.8.0	NA	NA
6	Versión de PHP	NA	NA	PHP 5.3.8	PHP 7.11
7	Versión de phpMyAdmin	NA	NA	phpMyAdmin 3.4.5	phpMyAdmin 4.7.5

Fuente: Servidores físicos y virtuales.

En base a la tabla 4.5, se aprecia como los servidores virtuales mejoran en cada uno de los componentes o requerimientos del servicio, siendo uno de los factores más fuertes la actualización de versión en el servidor web o HTTP, ya que este es el soporte de la aplicación principal de cada uno de los servidores virtuales. Por estos motivos es que el rendimiento de los servidores virtuales es superior al de los servidores físicos.

4.4. Análisis Comparativo del Servicio Tradicional vs. el Servicio en la Nube

En esta sección se realizan pruebas de usabilidad, que son una técnica centrada en evaluar los servicios a través de pruebas con los usuarios; por lo tanto, mediante un grupo de 8 usuarios, se llevan a cabo pruebas de los servicios Opina y Moodle.

4.4.1. Pruebas de Usuario del Servicio Tradicional

Para realizar pruebas de usabilidad aplicadas a los servicios que operan en la infraestructura tradicional de la FICA, la figura 4.3 muestra el esquema de acceso hacia los servidores.

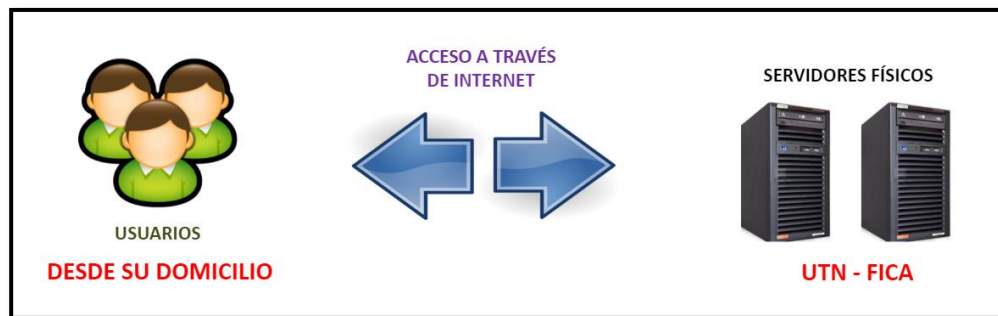


Figura 4.3. Esquema de acceso a los servicios a través de internet.

4.4.1.1. Servicio Opina

A través de la cuenta de administración se crea y se configura una encuesta básica en el servidor Opina (en base al anexo G), para que los usuarios puedan acceder al servicio y responder la encuesta. La figura 4.4 muestra la encuesta configurada, que se trata de una pregunta con una única respuesta, y, se tiene 4 opciones para seleccionar la respuesta correcta.

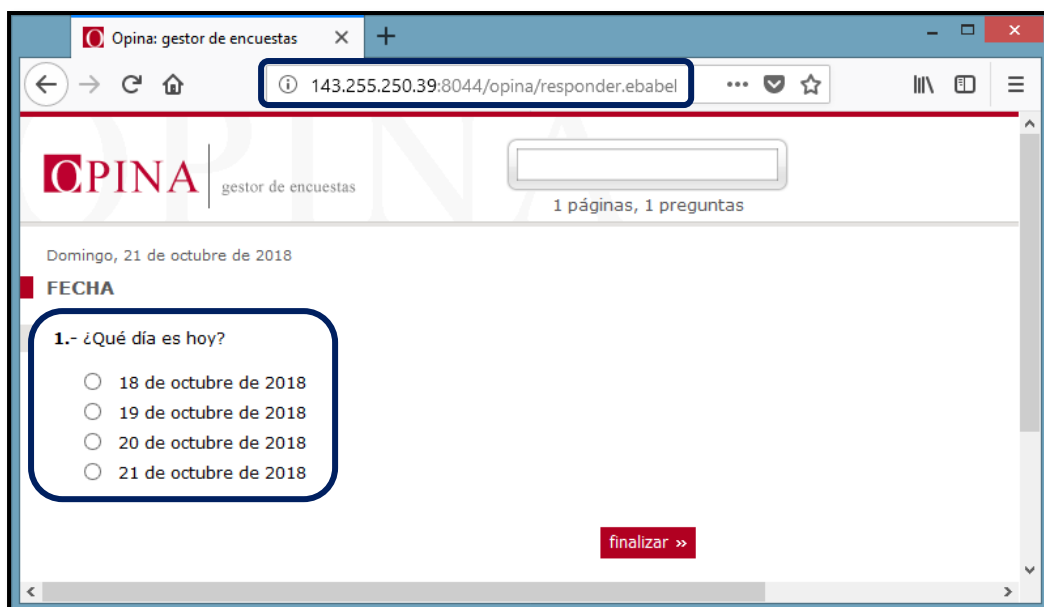


Figura 4.4. Encuesta configurada en el servidor Opina. Recuperado de servidor Opina FICA.

4.4.1.2. Servicio Moodle

Mediante la cuenta de administración se crea y se configura un cuestionario básico en el servidor Moodle (en base al anexo H), para que los usuarios puedan acceder al servicio y responder el cuestionario. La figura 4.5 muestra el cuestionario configurado, que se trata de una pregunta con una única respuesta, y, se tiene 3 opciones para seleccionar la respuesta correcta.

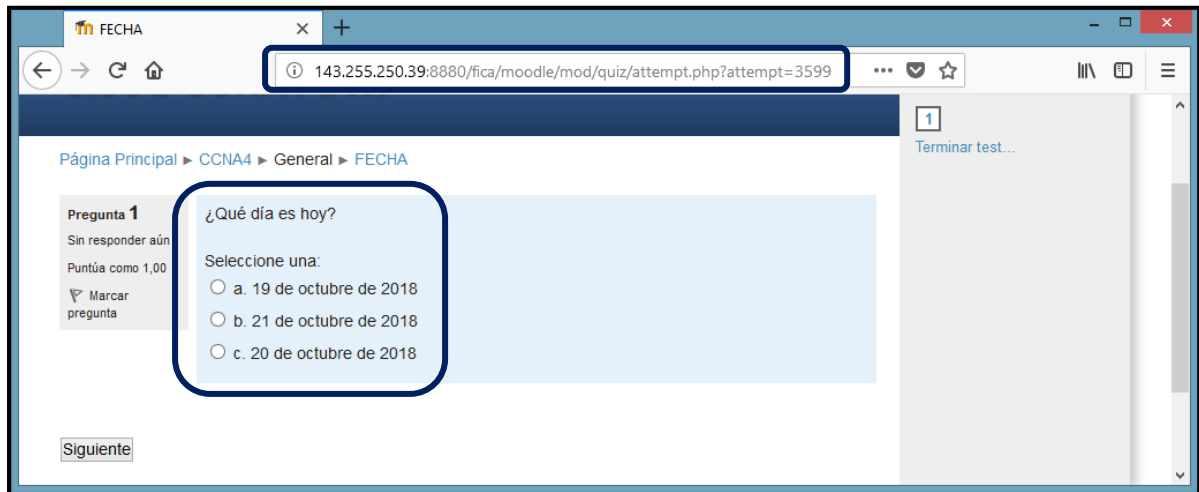


Figura 4.5. Cuestionario configurado en Moodle. Recuperado de servidor Moodle FICA.

4.4.2. Pruebas de Usuario del Servicio en la Nube

Para realizar las pruebas de usabilidad aplicadas al servicio que opera en la infraestructura de nube de CEDIA, la figura 4.6 presenta el esquema de acceso hacia los servidores.

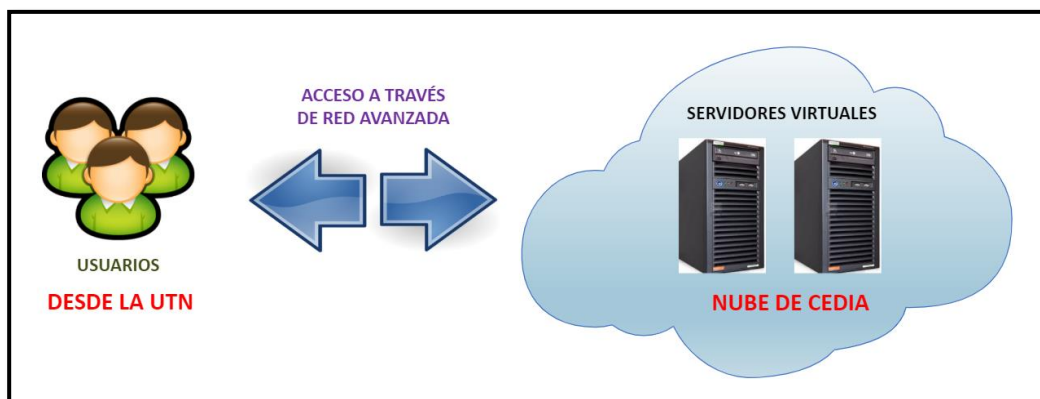


Figura 4.6. Esquema de acceso a los servicios a través de la red avanzada.

4.4.2.1. Servicio Opina

Accediendo al servidor Opina a través de la cuenta de administración se crea y se configura una encuesta básica (en base al anexo G), con las mismas características que la encuesta del servidor físico Opina. La figura 4.7 muestra la encuesta configurada.

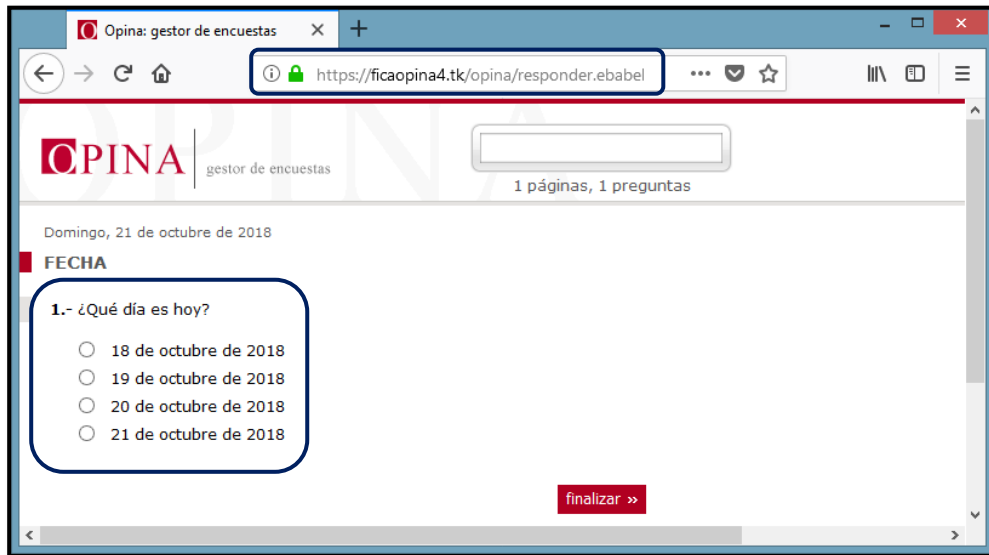


Figura 4.7. Encuesta configurada en el servidor Opina. Recuperado de servidor Opina CEDIA.

4.4.2.2. Servicio Moodle

Ingresando al servidor Moodle a través de la cuenta de administración se crea y se configura un cuestionario básico (en base al anexo H), con las mismas características que el cuestionario del servidor físico Moodle. La figura 4.8 muestra el cuestionario configurado.



Figura 4.8. Cuestionario configurado en Moodle. Recuperado de servidor Moodle CEDIA.

4.4.3. Encuesta Dirigida a los Usuarios

Se realiza una encuesta dirigida al grupo de 8 usuarios que accedieron a cada uno de los servicios; la encuesta tiene por objetivo recoger información acerca del funcionamiento de los servidores virtuales alojados en la nube privada de CEDIA con respecto a los servidores físicos alojados en la FICA. La encuesta se compone de 5 ítems que son:

- ¿Notó una mejora en la velocidad de comunicación al usar la red avanzada?

- ¿Evidenció una mejora en la seguridad de la comunicación al utilizar el protocolo HTTPS en lugar del HTTP y certificados digitales emitidos por una autoridad certificadora?
- ¿Notó una mejora al momento de utilizar un nombre de dominio en lugar de una URL compleja que incluye una dirección IP y un puerto de comunicación?
- ¿Evidenció una mejora en su experiencia como usuario al utilizar las versiones más actuales de los servicios?
- Comentarios.

Para los 4 primeros ítems se debe responder de la siguiente manera: SI__ NO__ ¿Por qué?

De modo que es necesario seleccionar la respuesta y justificarla; mientras que en el último ítem se deja un espacio en blanco para que el usuario pueda aportar con críticas constructivas que no encajen en ninguno de los 4 primeros ítems.

4.4.4. Análisis de los Resultados de la Encuesta

Al final del presente documento se muestran las encuestas realizadas. Los resultados obtenidos a través de las 8 encuestas se presentan en la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Tabulación de los resultados obtenidos a través de las encuestas.

Nº	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5
1	Si	Si	Si	Si	Sin comentarios.
2	Si	Si	Si	Si	Sin comentarios.
3	Si	Si	Si	Si	Me pareció un gran aporte ya que la computación en la nube es el futuro.
4	Si	Si	Si	Si	Sin comentarios.
5	Si	Si	Si	Si	Sin comentarios.
6	Si	Si	Si	Si	Sin comentarios.
7	Si	Si	Si	Si	Sin comentarios.
8	Si	Si	Si	Si	Sin comentarios.

Fuente: Encuestas realizadas, ubicadas al final del documento.

En cuanto a los argumentos que sustentan las repuestas de los 4 primeros ítems, se muestra un solo concepto que junta las ideas principales de cada respuesta.

- Ítem 1: La navegación, la interacción con el usuario, el tiempo de respuesta y la carga de la página son mucho más rápidos, eficaces y eficientes.

- Ítem 2: Los servidores físicos muestran el puerto de comunicación en la URL y no tienen certificación; en cambio, los servidores virtuales muestran el candado, por lo que el usuario se siente seguro de ingresar sus credenciales, ya que HTTPS provee mayor seguridad y confiabilidad a los usuarios.
- Ítem 3: El acceso se vuelve más práctico, rápido y sencillo, ya que el nombre de dominio es más corto y fácil de recordar; además, facilita el ingreso a las personas evitando errores de escritura.
- Ítem 4: La interfaz es más amigable, llamativa y acogedora; asimismo, es más fácil de usar porque la pantalla es más organizada y presenta una mejor distribución de las ventanas.

En base a los fundamentos de cada ítem, se determina que los usuarios notan una gran mejora en la velocidad de acceso; se sienten más seguros al ingresar a los servidores virtuales; sienten una mayor facilidad al acceder a través de un nombre de dominio, y, evidencian una mejor experiencia al utilizar las versiones más actuales de los servicios; por lo tanto, se concluye que los servidores virtuales son mucho mejores que los servidores físicos desde el punto de vista de los usuarios.

4.5. Análisis Costo-Beneficio

La compra de equipos y racks de comunicación, la mano de obra requerida durante la instalación, el consumo de energía eléctrica, la seguridad física y lógica, el contratar personal de mantenimiento, entre otros, son los costos que una organización debe soportar para implementar y mantener una infraestructura de TI tradicional. Al utilizar una infraestructura de nube, estos costos se reducen drásticamente; de modo que, la organización logra reducir en un 40% los costos de implementación y mantenimiento, y, en un 30% los costos de consumo eléctrico (Reviso, 2018).

Por lo tanto, la FICA reduce en un 40% los costos de implementación y mantenimiento, y, en un 30% los costos de consumo de energía eléctrica, al desplegar los servidores Moodle y Opina sobre la infraestructura de nube de CEDIA.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El data center de la FICA cuenta con varios servidores activos, de los cuales, el servidor de reactivos Moodle y el gestor de encuestas Opina son los más utilizados.
- Los servicios Moodle y Opina mantienen compatibilidad con la infraestructura de nube de CEDIA, y, los recursos computacionales requeridos por cada servidor no son muy elevados.
- Al instalar los servidores Moodle y Opina sobre la infraestructura de nube de CEDIA se obtiene una mejora de rendimiento en cuanto a CPU, memoria RAM y disco duro; asimismo, en cuanto a la velocidad de acceso.
- Las pruebas de usuario aplicadas a cada uno de los servidores virtuales permiten evidenciar la superioridad de estos con respecto a los servidores físicos.
- El sistema operativo, la interfaz de usuario y las versiones de las aplicaciones son factores que también aportan a la mejora del rendimiento de los servidores alojados en CEDIA, con respecto a los servidores alojados en la FICA.
- La virtualización es una técnica muy potente que dota de enormes beneficios a sus usuarios, de entre los cuales se destaca el poder instalar y configurar varias máquinas virtuales en un solo equipo físico, permitiendo tener una gran flexibilidad.
- Los servicios en la nube han revolucionado el mundo digital y muy pronto, serán la base para desplegar cualquier tipo de servicio a través del internet o la red avanzada.
- Un estudio de benchmarking es la mejor alternativa, cuando se requiere demostrar la superioridad de un determinado dispositivo con respecto a otro de similares características, en base a parámetros establecidos, como el rendimiento, por ejemplo.
- La manera de dimensionar correctamente los recursos computacionales de un servidor es conociendo la cantidad de usuarios existentes y la probabilidad de incremento de estos.
- CEDIA es una organización que aporta grandes beneficios a sus miembros, de entre los cuales, se destaca el servicio de nube o cloud.

- La plataforma de benchmarking PTS es la mejor opción, cuando se requiere conocer el nivel de rendimiento de un dispositivo.
- La red avanzada es una gran opción para transmitir datos digitales de origen académico, ya que es una internet paralela que funciona solamente para propósitos estudiantiles, siendo la mejor aliada de las instituciones educativas.
- La virtualización es una tecnología distinta de la computación en la nube, pero en muchas ocasiones se las puede encontrar muy similares, ya que la base para la computación en la nube es la virtualización.
- El futuro del mundo digital y de la computación en la nube apunta a 2 innovadores conceptos que son NFV y SDN, con lo que en algún momento el despliegue y la configuración de redes de datos se realizará de un modo virtual.
- El acceso remoto hacia dispositivos de red a través del protocolo seguro de transmisión de datos SSH, es el método por excelencia utilizado en las mejores organizaciones relacionadas con el desarrollo de las TIC's, como es el caso de CEDIA.
- La puesta en marcha de servidores o cualquier otro elemento de una red de datos es mucho más sencilla con el uso de la computación en la nube, ya que el tiempo que se debe invertir para desplegar estos elementos se reduce de días a horas.
- La mejor ventaja de utilizar la computación en la nube es el beneficio económico, pues un data center desplegado de manera tradicional cuesta una fortuna, mientras que el mismo data center desplegado sobre una infraestructura de nube cuesta alrededor del 10% del costo tradicional.
- Una de las mejores ventajas de utilizar la computación en la nube, es que las actividades y tareas de seguridad y mantenimiento de los elementos de red instalados, son algo de lo que el administrador de la red no debe preocuparse, ya que es el proveedor de la nube quien se encarga de llevar a cabo estos procedimientos.

- La plataforma de benchmarking PTS ofrece grandes prestaciones a sus usuarios, por ejemplo, el poder realizar pruebas de rendimiento periódicas de manera automática gracias a la implementación del servidor Phoromatic.
- La mejor ventaja de los servidores virtuales desplegados sobre la nube de CEDIA es que cuentan con acceso a través de la red avanzada, que es una red de altas prestaciones y que trabaja con los protocolos IPv6 e IPv4.
- Existen excelentes aplicaciones de software libre con versiones muy actuales, para desplegar servicios de forma gratuita y sin ningún tipo de restricción, entre ellos, se destacan las distribuciones de Linux, paquetes de Java, servicios como Moodle y Opina, servidores de base de datos, servidores web, entre otros.
- El rendimiento de un servidor aumenta enormemente cuando se trata de utilizar una interfaz CLI con respecto a utilizar una interfaz GUI.
- Los servidores virtuales incrementan su rendimiento en comparación con los servidores físicos debido a que CEDIA cuenta con una infraestructura muy robusta.
- Una de las mejores ventajas de establecer los servidores sobre la nube de CEDIA, es que los servidores físicos, ahora pueden ser utilizados para distintas funciones.
- La plataforma de benchmarking PTS tiene una comunidad muy grande en la que es posible participar activamente, comparando el rendimiento entre distintos dispositivos con resultados alrededor del mundo entero, gracias al sitio openbenchmarking.org.
- La mejor manera de mantener protegido un servidor que tiene configurado un direccionamiento IP público es implementar un firewall dentro del sistema operativo, así se lo mantiene aislado de posibles ataques maliciosos externos.

5.2. Recomendaciones

- La red avanzada que CEDIA proporciona a la UTN no está siendo utilizada de la mejor manera, motivo por el cual se debe migrar la red LAN de la UTN al protocolo de internet

versión 6, para que de esta forma la universidad pueda participar de esta red de altas prestaciones al máximo.

- El rendimiento de un servidor aumenta enormemente cuando se instala una interfaz CLI en lugar de una GUI; por lo tanto, se debe mantener una interfaz de línea de comandos en cualquier tipo de servidor.
- Gracias a la plataforma PTS es posible conocer el rendimiento de cualquier servidor de una red de datos; de modo que se debe utilizar esta herramienta en las organizaciones que deseen mantener equipos en buen estado.
- El protocolo de transmisión de datos SSH es muy robusto y seguro para establecer conexiones remotas hacia dispositivos de red; por lo tanto, se debe utilizar este protocolo cuando se trata de realizar accesos a distancia.
- Para realizar un control de rendimiento de los dispositivos de una red se recomienda utilizar el servidor Phoromatic de la plataforma de benchmarking PTS, ya que permite la ejecución automática de pruebas de rendimiento de una manera periódica.
- Para realizar un análisis comparativo mucho más amplio a través de la plataforma PTS, se puede optar por subir los resultados de las pruebas realizadas al sitio openbenchmarking.org, donde la comunidad mundial de PTS activamente compara resultados de rendimiento.
- Cuando se pone un servidor al alcance del mundo, es decir, cuando se le asigna un direccionamiento IP público, es muy importante mantener un firewall activo en el sistema, así se lo protege de cualquier tipo de ataque externo.

BIBLIOGRAFÍA

José Manuel. (2018). Diferencias entre CLI y GUI – Pc Solución. Recuperado de pc-solucion.es

Phoronix Test Suite – Linux Testing & Benchmarking Platform. (2018). Recuperado de www.phoronix-test-suite.com

Official Ubuntu Documentation. (2018). Recuperado de help.ubuntu.com

OpenBenchmarking.org – An Open, Collaborative Testing Platform. (2018). Recuperado de openbenchmarking.org

Virtualización de VMware. (2018). Recuperado de www.vmware.com

¿Qué es la Virtualización y Cuáles son sus Beneficios? (2018). Recuperado de blog.capacityacademy.com

Brant, Haldimand & Norfolk. (2018). Recuperado de info-bhn.cioc.ca

Uptrends: Website Monitoring and Web Performance Monitoring. (2018). Recuperado de www.uptrends.com

Nube Digital - Base de Conocimiento - ¿Qué es VMware? (2018). Recuperado de nubedigital.co

Red CEDIA. (2018). Recuperado de www.cedia.edu.ec

Pingdom: Website Performance and Availability Monitoring. (2018). Recuperado de www.pingdom.com

Wiki Home. (2018). Recuperado de wiki.gxtechnical.com

Apache Tomcat - Welcome! (2018). Recuperado de tomcat.apache.org

XAMPP Installers and Downloads for Apache Friends. (2018). Recuperado de www.apachefriends.org

Pavlov, I. (2018). 7-Zip. Recuperado de www.7-zip.org

Learn CCTV. (2018). Recuperado de learnctv.com

Apache Web Hosting | 20X Faster Apache v2.4 Hosting. (2018). Recuperado de www.a2hosting.com

VPN-Cedia. (2018). Recuperado de 201.159.220.34/sslvpn/Login/Login

MoodleDocs - Moodle.org. (2018). Recuperado de docs.moodle.org

Oracle Help Center. (2018). Recuperado de docs.oracle.com

OPINA Gestor de Encuestas | Servicio de Informática y Comunicaciones. (2018). Recuperado de sic.us.es

El concepto de la virtualización - Red Hat. (2018). Recuperado de www.redhat.com

Qué es virtualización - Definición | Microsoft Azure. (2018). Recuperado de azure.microsoft.com

Galuschka, C. (2018). CentOS Wiki: FrontPage. Recuperado de wiki.centos.org

Moodle downloads - Moodle.org. (2018). Recuperado de download.moodle.org

SourceForge. (2018). Recuperado de www.sourceforge.net

Linux.org. (2018). Recuperado de www.linux.org

PADASYSTEM – Soluciones Informáticas. (2018). Recuperado de padasystem.com.ar

Gerencie.com. Gerencie sus asuntos y negocios. (2018). Recuperado de www.gerencie.com

N, Antonopoulos & Gillam, L. (2017). Cloud Computing: Principles, Systems and Applications. (2nd ed) Swindon, UK: Springer.

Garrido, A. (2016). Migración de los Servidores Opina y Reactivos (Moodle) de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas al Cloud Privado de la Universidad Técnica del Norte en la Plataforma Openstack. Universidad Técnica del Norte. Ibarra - Ecuador. Recuperado de repositorio.utn.edu.ec

Wan, J., Lin, K., Zeng, D., Li, J., Xiang, Y., Liao, X., Huang, J. & Liu, Z. (2016). Cloud Computing, Security, Privacy in New Computing Environments - 7th International Conference. Guangzhou, China: Springer.

Mayevsky, Matt. (2016). Economía de las Nubes: La computación en la nube, desde el lejano ayer, por el profundo hoy y el distante mañana. Recuperado de books.google.com.ec

Ruparelia, N. (2016). Cloud Computing. London, England: Th MIT Press.

Chayapathi, R., Farrukh Hassan, S. & Shah, P. (2016). Network Functions Virtualization NFV with a Touch of SDN. Estados Unidos de América: Pearson Education, Inc.

- Helfert, M., Ferguson, D., Méndez, V. & Cardoso, J. (2016). *Cloud Computing and Services Science - 6th International Conference*. Roma, Italia: Springer.
- González Río, M. D. (2016). *Tecnologías de Virtualización: 2ª Edición*. IT Campus Academy. Recuperado de books.google.com.ec
- mrNayaNi. (2016). *Command Line Interface (CLI) vs. Graphical User Interface (GUI)*. Recuperado de www.cybrary.it
- Reviso. (2016). Recuperado de www.reviso.com
- Arias, A. (2015). *Computación en la Nube: 2ª Edición*. IT Campus Academy. Recuperado de books.google.com.ec
- Camarinha-Matos, L., Baldissera, T., Di Orio, G. & Marques, F. (2015). *Technological Innovation for Cloud-Based Engineering Systems*. Costa de Caparica, Portugal: Springer.
- Zhang, Y., Peng, L. & Youn, C. (2015). *Cloud Computing - 6th International Conference*. Daejeon, South Korea: Springer.
- Ying Zhu, S. & Hill, R. (2015) *Guide to Security Assurance for Cloud Computing*. Swindon, UK: Springer.
- Peña Valenzuela, D. (2013). *Aspectos Legales de la Computación en la Nube*. Universidad Externado de Colombia. Recuperado de books.google.com.ec
- Hernández Brito, C. (2013). *Virtualización práctica para PYMES: Virtualización como una estrategia para reducir costos de operación en centros de cómputo*. España: Editorial Académica Española. Recuperado de books.google.com.ec
- Márquez Trillo, A. (2013). *Virtualización de servidores*. España: Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de books.google.com.ec
- Torres Viñals, Jordi. (2013). *Empresas en la nube*. Recuperado de books.google.com.ec
- Marín, J. (2013). *Virtualización Corporativa en VMware*. Recuperado de books.google.com.ec
- Pierre Lévy. (2013) *¿Qué es lo virtual?* Recuperado de books.google.com.ec

ANEXO A: GLOSARIO DE TÉRMINOS

Software: Parte lógica de un dispositivo; se trata de los recursos que le permiten al dispositivo procesar datos de tipo digital. El software se aloja en el hardware.

Hardware: Parte física de un dispositivo; se trata de los recursos que le permiten al dispositivo operar a través de señales eléctricas. El hardware aloja al software.

Capas del Modelo OSI: Se trata de un modelo conformado por 7 capas, que se utiliza para comprender el funcionamiento de la comunicación dentro de las redes de datos o redes IP. La capa 3 es la capa de red, sobre la cual trabajan los protocolos IPv4 e IPv6.

IPv4: Es el Protocolo de Internet versión 4, conocido en inglés como: Internet Protocol version 4. Se trata del protocolo que permite la comunicación a nivel de capa de red dentro de las redes de datos a través de direcciones IP constituidas por 32 bits.

IPv6: Es el Protocolo de Internet versión 6, conocido en inglés como: Internet Protocol version 6. Se trata del protocolo que permite la comunicación a nivel de capa de red dentro de las redes de datos a través de direcciones IP constituidas por 128 bits.

SSH: Es el protocolo de Terminal Segura, conocido en inglés como: Secure Shell. Se trata de un protocolo utilizado dentro de las redes de datos para acceder a los dispositivos de red remotamente de manera segura.

HTTP: Es el Protocolo de Transferencia de Hipertexto, conocido en inglés como: Hypertext Transfer Protocol. Se trata del protocolo que permite la transferencia de información dentro de internet, por ejemplo, páginas web, videos en línea, plataformas educativas, entre otros.

HTTPS: Es el protocolo HTTP seguro, conocido en inglés como: HTTP Secure. Se trata del protocolo que permite la transferencia de información dentro de internet de manera segura, cifrando la información entre los extremos de la comunicación.

DNS: Es el Sistema de Nombres de Dominio utilizado en internet, conocido en inglés como: Domain Name System. Se trata de un sistema que permite utilizar nombres para identificar a los dispositivos dentro de la red, en lugar de utilizar direcciones IPv4 o IPv6.

Servidor: Dentro de las redes de datos o redes IP, un servidor es un dispositivo que proporciona un determinado servicio, y, al cual pueden acceder los usuarios a través de la red.

Servidor Apache: Se trata de un servidor web o servidor HTTP, que permite colocar sitios web escritos en lenguaje HTML dentro de una red. Funciona en entornos Linux.

Apache Tomcat: Se trata de un servidor web o servidor HTTP, que permite colocar sitios web escritos a través del lenguaje de programación Java dentro de una red.

MySQL: Es un gestor de base de datos basado en una plataforma de software libre, que permite la creación, configuración y modificación de bases de datos.

PHP: Es un Preprocesador de Hipertexto, conocido en inglés como: Hypertext Preprocessor. Se trata de un lenguaje de scripts que permite crear contenido web.

CentOS: Se trata de un sistema operativo, distribuido por Linux. Es un sistema operativo ampliamente utilizado en el mundo para operar sobre servidores de grandes capacidades.

Virtualización: Es una técnica que permite emular hardware a través de software, por lo tanto, permite tener varios dispositivos o máquinas virtuales con características propias de software y hardware, operando simultáneamente sobre un único dispositivo físico.

Máquina Virtual: Se trata de un dispositivo virtual que funciona dependientemente del sistema principal en el que se encuentra instalado. La máquina virtual puede trabajar aislada del sistema principal; de modo que, es capaz de manejar su propio sistema operativo y sobre este, instalar sus propias aplicaciones.

Hipervisor: Es la aplicación o software que permite la creación, configuración y eliminación de máquinas virtuales. Funciona como una aplicación usual dentro de un dispositivo.

Computación en la Nube: Se trata de una tecnología de nueva generación que utiliza la virtualización para prestar servicios a través de internet; por lo tanto, los usuarios de la computación en la nube ya no dependen del hardware, porque trabajan en entornos virtualizados.

IaaS: Es un modelo de servicio de computación en la nube; se trata de una Infraestructura como Servicio, conocido en inglés como: Infrastructure as a Service. En este caso, el proveedor de

computación en la nube ofrece al usuario una infraestructura; de modo que, el usuario puede escoger el sistema operativo que desea utilizar, las aplicaciones que desea instalar, y, el tipo de datos con el que trabajarán estas aplicaciones.

PaaS: Es un modelo de servicio de computación en la nube; se trata de una Plataforma como Servicio, conocido en inglés como: Platform as a Service. En este caso, el proveedor de computación en la nube ofrece al usuario una plataforma; por lo tanto, el usuario puede escoger las aplicaciones que desea instalar, y, el tipo de datos con el que trabajarán estas aplicaciones.

SaaS: Es un modelo de servicio de computación en la nube; se trata de un Software como Servicio, conocido en inglés como: Software as a Service. En este caso, el proveedor de computación en la nube ofrece al usuario una aplicación; de modo que, el usuario puede escoger el tipo de datos con el que trabajará esta aplicación.

BPaaS: Es un modelo de servicio de computación en la nube; se trata de un Proceso Comercial como Servicio, conocido en inglés como: Business Process as a Service. En este caso, el proveedor de computación en la nube ofrece al usuario un proceso comercial; por lo tanto, el usuario puede escoger el tipo de proceso que desea consumir, que puede ser un proceso de auditoría, de control de calidad, de control de riesgos, entre otros.

INaaS: Es un modelo de servicio de computación en la nube; se trata de Información como Servicio, conocido en inglés como: Information as a Service. En este caso, el proveedor de computación en la nube ofrece al usuario información acerca de un tema en específico; de modo que, el usuario puede escoger que tipo de información desea recibir, por ejemplo, las últimas actualizaciones de las leyes del estado, los mejores repositorios para Linux, entre otros.

SLA: Es un Acuerdo de Nivel de Servicio, conocido en inglés como Service Level Agreement. Se trata de un acuerdo en el que se estipulan los términos de un determinado servicio de computación en la nube, que, generalmente reflejan la calidad con la que el proveedor debe entregar el servicio a los usuarios.

SLO: Son los Objetivos de Nivel de Servicio, conocidos en inglés como: Service Level Objectives. Se trata de una parte fundamental del SLA, ya que, a través de los SLO, el proveedor del

servicio mide el consumo que está siendo generado por los usuarios; por lo tanto, los SLO son de suma importancia dentro de la computación en la nube, porque le permiten al usuario conocer los costos asociados a su consumo.

OLA: Es un Acuerdo de Nivel de Operación, conocido en inglés como: Operation Level Agreement. Se trata de un acuerdo que tiene la misma finalidad que el SLA, pero funciona de forma interna, es decir, este acuerdo se aplica cuando el usuario y el proveedor forman parte de la misma empresa u organización.

VPN: Se trata de una Red Privada Virtual, conocida en inglés como: Virtual Private Network. Es una red de datos privada, que se configura sobre una infraestructura de red de datos pública, como internet, por ejemplo.

NFV: Es la Virtualización de Funciones de Red, conocida en inglés como: Network Functions Virtualization. Se trata de una técnica de nueva generación que se basa en la virtualización para emular dispositivos de red; por lo tanto, el usuario de NFV no depende de los dispositivos de red, sino que a través de un único dispositivo puede emular toda una red.

SDN: Son Redes Definidas por Software, conocidas en inglés como: Software Defined Networks. Se trata de una técnica de nueva generación que permite separar los planos de control y de reenvío dentro de los dispositivos de red; de modo que, permite descargar las funciones de control de los dispositivos de red para centralizarlas en un único dispositivo, con lo que, es posible controlar las funciones de los dispositivos de red desde un único punto; así, los dispositivos de red se dedican solamente a funciones de reenvío.

Hiperconvergencia: Conocida en inglés como: Hyperconvergence. Se trata de una técnica de nueva generación que permite poner en marcha una nube privada de una forma revolucionaria, con la cual, es posible desplegar la nube instalando todos los componentes sobre servidores usuales de arquitectura x86; por lo tanto, no se requiere de un hardware complejo para su implementación.

ANEXO B: MANUAL DE INSTALACIÓN DE LA PLATAFORMA PTS

B.1. Instalación de la Plataforma PTS

Phoronix Test Suite es una plataforma de benchmarking robusta, desarrollada bajo código abierto, que trabaja sobre múltiples sistemas operativos. Para este proyecto se instala en la distribución de Linux, Ubuntu 16.04 LTS; sistema operativo perteneciente al servidor físico Opina.

Para comenzar con la instalación, se requiere de un hardware donde se encuentre corriendo el sistema operativo Ubuntu 16.04 LTS, con conexión a internet. Antes que nada, se debe abrir la aplicación de terminal dentro del sistema operativo, tal como se muestra en la figura B.1.

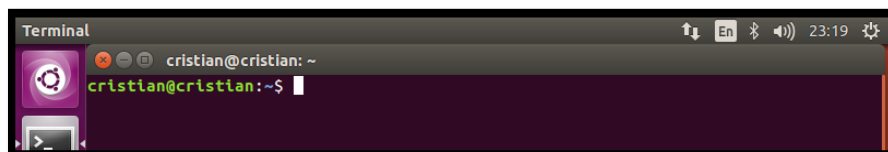


Figura B.1

Una vez dentro de la terminal, es necesario entrar al modo de administrador o root, al cual se ingresa con el comando: “sudo su”, y, posteriormente se debe digitar la contraseña que haya sido asignada para la cuenta de usuario root. Cuando se ingresa la contraseña es necesario presionar la tecla [Enter] y el sistema entra en el modo de administración o usuario root, como se presenta en la figura B.2

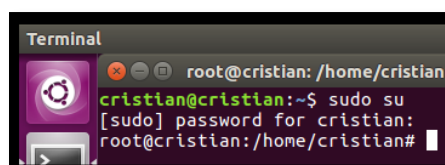


Figura B.2

Primero, se recomienda actualizar el sistema, para esto se ingresa el comando: “apt-get upgrade”, el cual actualiza todos los paquetes del sistema e instala los que sean necesarios, como se aprecia en la figura B.3.

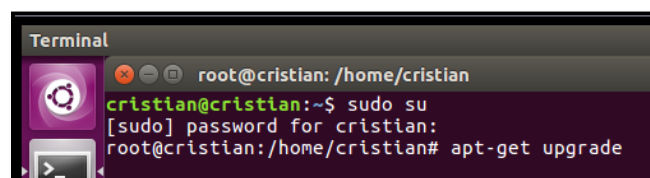


Figura B.3

Una vez que se ingresa el comando se debe presionar la tecla [Enter], y, posteriormente el sistema comienza la actualización localizando los paquetes que necesitan ser descargados, en este momento, el sistema pide autorización para continuar con la descarga de los paquetes; por lo tanto, es necesario ingresar la letra [S] y presionar la tecla [Enter] para continuar con la descarga de los paquetes necesarios para la actualización, tal como se muestra en la figura B.4.

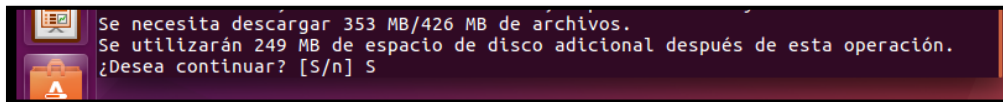


Figura B.4

Después de esto, el sistema comienza la descarga de los paquetes necesarios, los descomprime y finalmente los instala en el sistema. Para terminar la actualización del sistema operativo se deben llevar todos los paquetes instalados a su última versión; esto es muy importante para evitar problemas de compatibilidad y de desactualización de paquetes cuando se inicie la instalación de PTS. Para actualizar todos los paquetes se ingresa el comando: “apt-get update”, como se muestra en la figura B.5, con lo cual se actualiza cada paquete, pero a diferencia del comando anterior, este no instala ningún paquete adicional, solo actualiza los paquetes existentes.

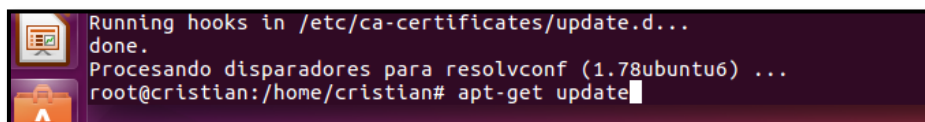
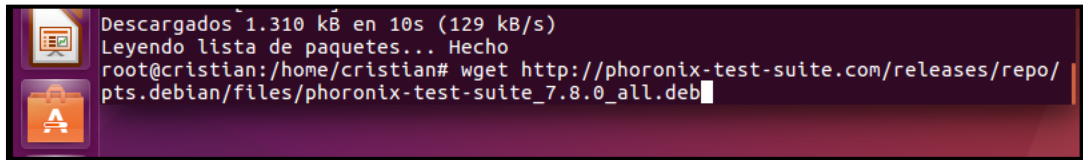


Figura B.5

Una vez que se presiona la tecla [Enter] el sistema localiza, descarga e instala las actualizaciones más recientes para cada paquete; con estos dos comandos, se ha actualizado el sistema a su última versión. Cabe recalcar que este proceso de actualizar el sistema no es un requisito para la instalación de PTS, pero es una buena práctica hacerlo para evitar inconvenientes durante la instalación.

Ahora, para instalar PTS en el servidor, lo primero que se debe hacer es descargar el paquete de PTS desde la página oficial, esto se lo realiza a través de un navegador web, pero para el presente manual se lo hace desde la terminal utilizando comandos. Para esto, se usa la herramienta “wget”, la cual descarga el paquete; entonces, se debe ingresar lo siguiente: “wget http://phoronix-test-suite.com/releases/repo/pts.debian/files/phoronix-test-suite_7.8.0_all.deb”, como en la figura B.6.



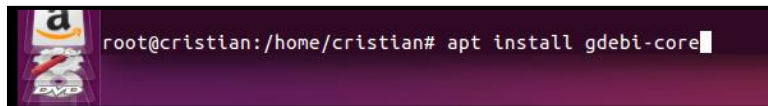
```

Descargados 1.310 kB en 10s (129 kB/s)
Leyendo lista de paquetes... Hecho
root@crístian:/home/crístian# wget http://phoronix-test-suite.com/releases/repo/pts.debian/files/phoronix-test-suite_7.8.0_all.deb

```

Figura B.6

Una vez presionada la tecla [Enter], automáticamente el sistema localiza el paquete, lo descarga y lo almacena en el directorio actual; entonces, se necesita descomprimir el archivo. Como se puede apreciar se trata de un archivo .deb; de modo que, se debe instalar una aplicación que permita descomprimir e instalar archivos .deb, esta aplicación es sumamente útil, ya que además de descomprimir e instalar el paquete, también descarga todas las dependencias necesarias. Para instalar esta aplicación digite el siguiente comando: “apt install gdebi-core”, como se ve en la figura B.7.



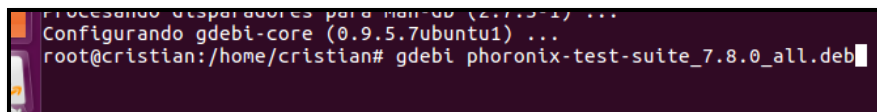
```

root@crístian:/home/crístian# apt install gdebi-core

```

Figura B.7

Ahora, se procede a instalar PTS a través de la aplicación gdebi; para llevar a cabo este procedimiento es necesario ingresar el siguiente comando: “gdebi phoronix-test-suite_7.8.0_all.deb”, como se muestra en la figura B.8, y, posteriormente se debe presionar la tecla [Enter].



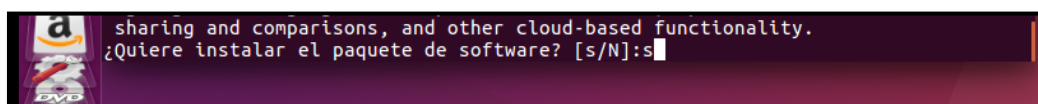
```

Procesando dependencias para mail-uu (2.1.3-1) ...
Configurando gdebi-core (0.9.5.7ubuntu1) ...
root@crístian:/home/crístian# gdebi phoronix-test-suite_7.8.0_all.deb

```

Figura B.8

A continuación, el sistema descomprime el paquete .deb, descarga todas las dependencias y finalmente solicita confirmación antes de proceder con la instalación de PTS; por lo tanto, se debe ingresar la letra [s] y presionar la tecla [Enter] para continuar, como se presenta en la figura B.9.



```

sharing and comparisons, and other cloud-based functionality.
¿Quiere instalar el paquete de software? [s/N]:s

```

Figura B.9

Entonces, el paquete se instala y ya es posible empezar a utilizar todas las funciones de PTS. Finalmente, para verificar que PTS se encuentra instalado correctamente se ingresa el siguiente comando: “Phoronix-test-suite --version”, como se muestra en la figura B.10.

```

Procesando disparadores para gnome-menus (3.13.3-6ubuntu3.1) ...
Procesando disparadores para desktop-file-utils (0.22-1ubuntu5.1) ...
Procesando disparadores para mime-support (3.59ubuntu1) ...
root@cristian:/home/cristian# phoronix-test-suite --version

```

Figura B.10

Con lo cual, se despliega información acerca de PTS, como sus principales comandos y funcionalidades, incluyendo la versión de este, como se aprecia en la figura B.11.

```

Terminal
root@cristian:/home/cristian
root@cristian:/home/cristian# phoronix-test-suite --version

Phoronix Test Suite v7.8.0 (Folldal)

The Phoronix Test Suite is the most comprehensive testing and benchmarking platform available for Linux, Solaris, OS X, and BSD operating systems. The Phoronix Test Suite allows for carrying out tests in a fully automated manner from test installation to execution and reporting. All tests are meant to be easily reproducible, easy-to-use, and support fully automated execution. The Phoronix Test Suite is open-source under the GNU GPLv3 license and is developed by Phoronix Media in cooperation with partners.

```

Figura B.11

B.2. Integración de los Sistemas al Servidor Phoromatic de PTS

En esta sección se presenta cómo integrar los sistemas al servidor Phoromatic que se ejecuta en el servidor número 6 de la tabla 3.3, equipo que tiene instalado el sistema operativo Debian. Una vez que se ha instalado la plataforma PTS, lo primero que se debe hacer es iniciar el servidor Phoromatic desde la terminal de Debian, como usuario root, tal como se muestra en la figura B.12.

```

cristian@debianPTS: ~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
root@debianPTS:~# phoronix-test-suite start-phoromatic-server

```

Figura B.12

Una vez ejecutado el comando de la figura B.12, el servidor Phoromatic inicia y muestra la URL de acceso; por lo tanto, es necesario abrir este enlace (URL) para poder ingresar a la interfaz gráfica (GUI) de PTS, tal como se muestra en la figura B.13.

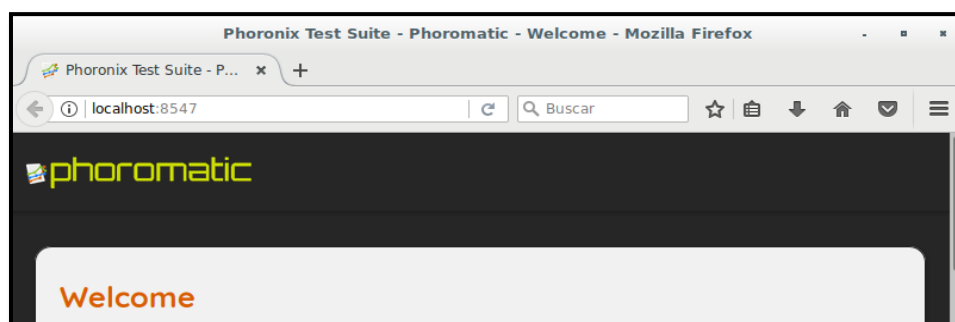


Figura B.13

Ahora, se debe ingresar usuario y contraseña para acceder a la cuenta; posteriormente, se muestra la pantalla principal de la cuenta en el servidor Phoromatic, como se ve en la figura B.14.

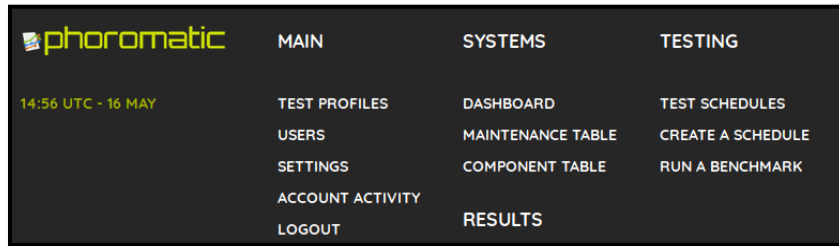


Figura B.14

Para registrar los servidores Opina y Moodle dentro de la plataforma PTS, es necesario ingresar al apartado denominado sistemas (systems), que se presenta en la figura B.14, y, se debe localizar el comando necesario para registrar un sistema, tal como se muestra en la figura B.15.

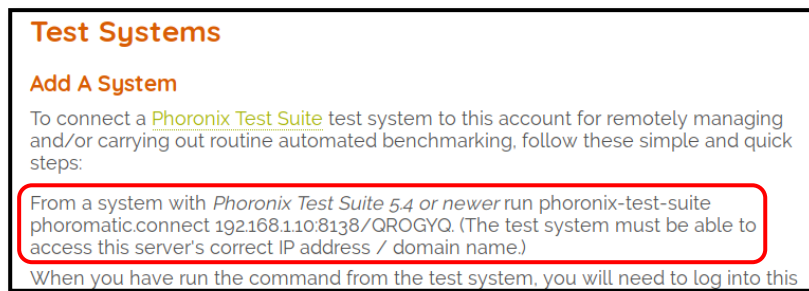


Figura B.15

Antes de registrar los servidores (sistemas) en Phoromatic, se requiere tener instalado PTS en cada uno de ellos, después, es necesario digitar el comando que se muestra en la figura B.15 en cada sistema desde una terminal y como usuario root. Este proceso es exactamente el mismo para cada servidor y se lo observa en la figura B.16.

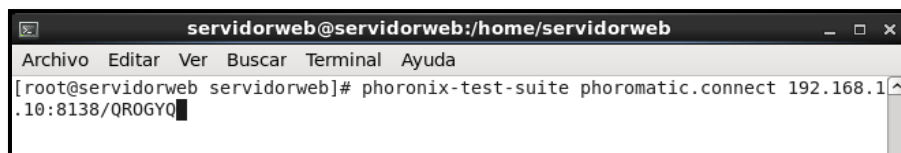


Figura B.16

También es necesario que tanto el servidor Phoromatic como los servidores Opina y Moodle tengan conectividad entre ellos; de modo que, se debe configurar el direccionamiento IP adecuado para cada uno de los servidores. Con la ejecución del comando de la figura B.16 en los servidores Opina y Moodle, se generan 2 solicitudes en el servidor Phoromatic, para atender a los servidores que desean registrarse. Es necesario atender estas solicitudes y registrar a los servidores Opina y

Moodle, para lo cual, el único requisito es asignarles un nombre que los identifique dentro de Phoromatic; en este caso, se registran dos sistemas con los nombres: cristian y debianPTS.

B.3. Programación Automática de Pruebas

Para realizar pruebas de forma automática, se debe ingresar a la pestaña probando (testing), que se muestra en la figura B.17.

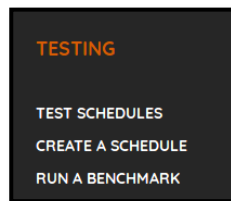


Figura B.17

Es necesario seleccionar la opción crear un horario (create a schedule); las opciones disponibles dentro de esta opción se muestran en la figura B.18.

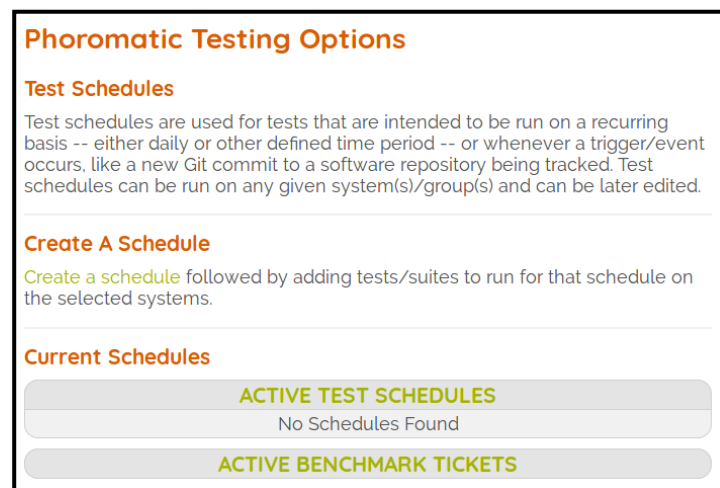


Figura B.18

En este momento, la plataforma solicita que se le asigne un nombre al horario (shchedule), tal como se presenta en la figura B.19.

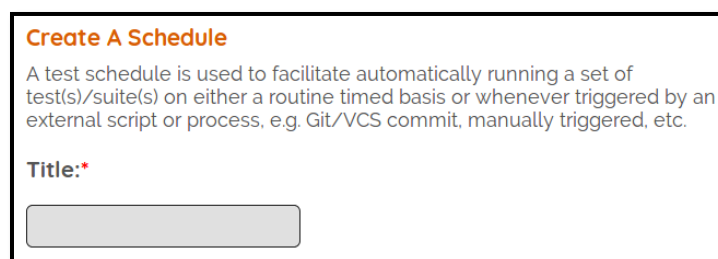


Figura B.19

Luego de asignarle un nombre al horario, es necesario seleccionar alguno de los sistemas que han sido agregados al servidor Phoromatic, para que el horario se ejecute sobre el o los sistemas

seleccionados; asimismo, se debe agregar una descripción del horario; este campo debe ser llenado de forma obligatoria, como se muestra en la figura B.20.

System Targets:

Systems: cristian debianPTS

Description:*

Programado para ejecutarse una vez por semana sobre el cliente 1.

Figura B.20

Después de este proceso, es necesario encontrar la sección denominada tiempo de ejecución (run time), que está ubicada en la parte inferior de la página. Esta sección es muy importante, ya que aquí se configura la hora en la que se desea ejecutar la o las pruebas de rendimiento; asimismo, se debe configurar el o los días de la semana en los que las pruebas se llevarán a cabo de manera automática, tal como se presenta en la figura B.21, donde se configura el horario (schedule) para que ejecute las pruebas cada día jueves (thursday) a las 6 horas con 50 minutos.

Run Time:

06 50

Active On:

Monday Tuesday Wednesday Thursday Friday Saturday Sunday

Figura B.21

Finalmente, es necesario hacer clic en el botón crear horario (create schedule), que se muestra en la figura B.22, para que el servidor Phoromatic active el horario y ejecute las pruebas de rendimiento programadas automáticamente, sobre los sistemas seleccionados.

Create Schedule

Figura B.22

ANEXO C: MANUAL DE EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS DE VELOCIDAD DE ACCESO

C.1. Ejecución de las Pruebas a través de Pingdom

Se debe ingresar a la dirección <https://tools.pingdom.com/> que lleva a la página principal de Pingdom, esta página se muestra en la figura C.1.

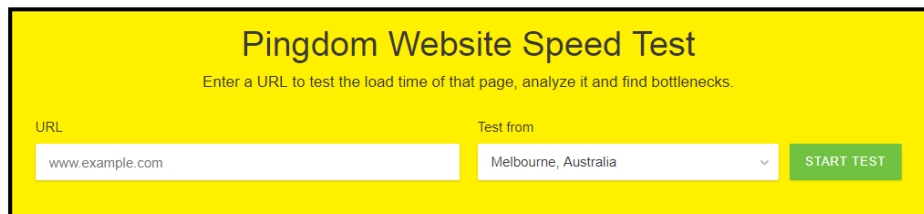


Figura C.1

Luego es necesario ingresar la URL de la página web a la que se desea aplicarle la prueba, en este caso: https://www.youtube.com/watch?v=X9s_CQx4yIU, como se ve en la figura C.2

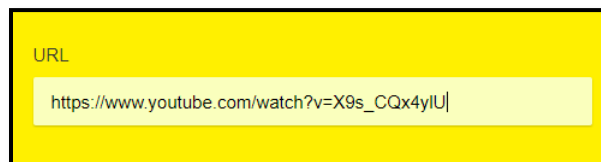


Figura C.2

Posteriormente, se debe designar el sitio desde donde se realizará la prueba, en este caso se decide ejecutar la prueba desde Australia, como se muestra en la figura C.3.



Figura C.3

Finalmente, es necesario dar clic en el botón iniciar prueba (start test), que aparece junto al cuadro seleccionador del sitio de realización de la prueba; ahora, se debe esperar un par de segundos mientras la aplicación termina de ejecutar la prueba. Durante este momento el sistema presenta el mensaje que se muestra en la figura C.4.

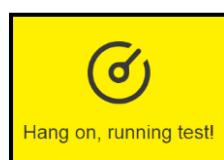


Figura C.4

Luego de que la pantalla que se muestra en la figura C.4 desaparezca, Pingdom proporciona una gran cantidad de resultados, incluyendo consejos acerca de cómo mejorar el rendimiento de la página web evaluada. Sin embargo, los resultados más relevantes se muestran en la sección denominada resumen (summary), que se presenta en la figura C.5.

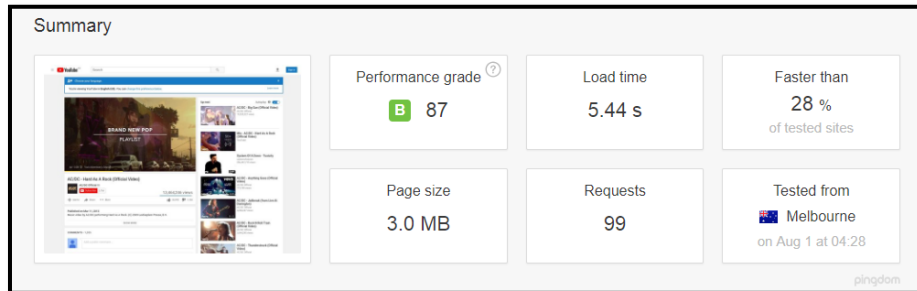


Figura C.5

C.2. Ejecución de las Pruebas a través de Uptrends

El primer paso es ingresar a la dirección <https://www.uptrends.com/tools/website-speed-test>, que lleva a la página principal de Uptrends, página que se muestra en la figura C.6.

Figura C.6

Al igual que con Pingdom, es necesario ingresar la dirección URL de la página web a la que se desea aplicarle la prueba, en este caso: <https://www.youtube.com/watch?v=l482T0yNkeo>, como se observa en la figura C.7.

Figura C.7

A continuación, se debe designar el sitio desde donde se realizará la prueba, en este caso se opta por ejecutar la prueba desde la nación de Ámsterdam, como se muestra en la figura C.8.

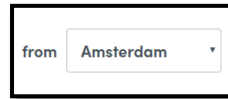


Figura C.8

Finalmente, es necesario dar clic en el botón iniciar (start), que aparece junto al cuadro seleccionador del sitio de ejecución de la prueba; ahora, se debe esperar un par de segundos mientras la aplicación termina de ejecutar la prueba. Durante este momento el sistema muestra la ventana que se presenta en la figura C.9.

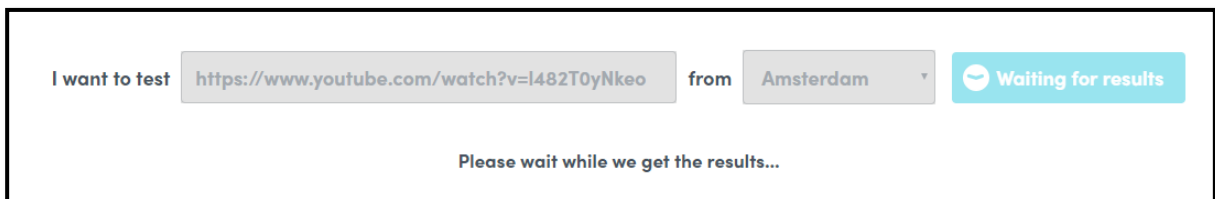


Figura C.9

Cuando la pantalla de la figura C.9 desaparece, se obtienen los resultados generados por Uptrends. La aplicación proporciona una increíble cantidad de resultados incluyendo consejos acerca de cómo mejorar el rendimiento de la página web evaluada. Sin embargo, los resultados más relevantes se muestran en la sección información general (general information), que se muestra en la figura C.10.

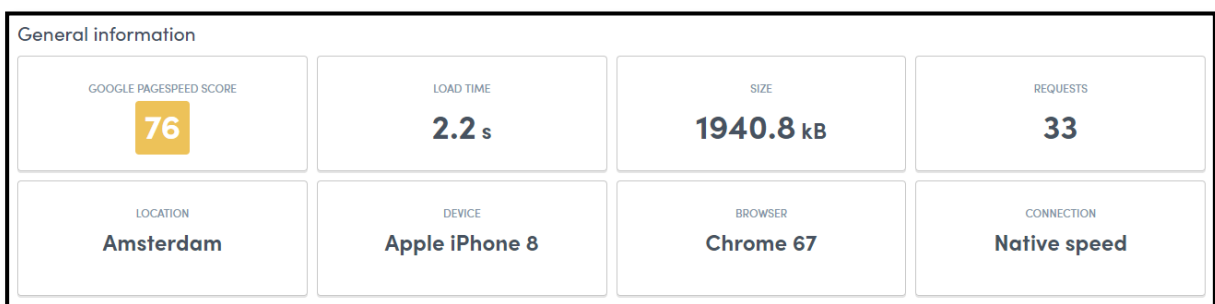


Figura C.10

ANEXO D: MANUAL DE ACCESO HACIA LOS RECURSOS DE CEDIA

D.1. Conexión a través de la VPN

Para acceder a los recursos que CEDIA proporciona para este proyecto, se debe establecer un enlace a través de una VPN. El primer paso es acceder a la URL que CEDIA proporciona, para iniciar la conexión VPN, tal como se muestra en la figura D.1.



Figura D.1

A continuación, es necesario iniciar sesión utilizando el usuario y la contraseña que CEDIA proporciona. La figura D.2 muestra la pantalla que se observa cuando se establece la sesión.

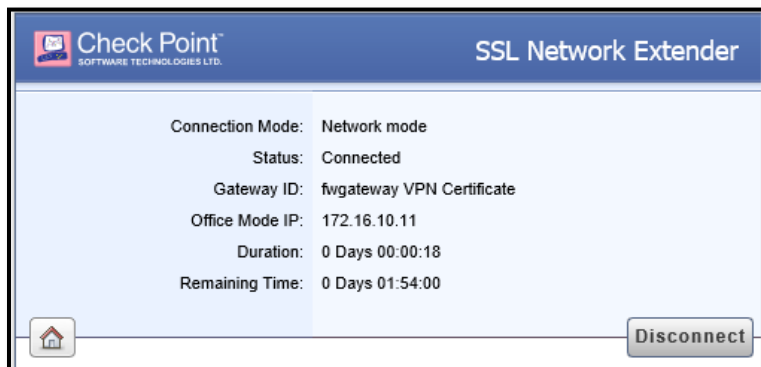


Figura D.2

Con la sesión establecida, la VPN comienza a operar, y, para ingresar a los recursos de CEDIA, es decir, a los servidores virtuales, se debe dar clic en el botón conectar (connect), como se presenta en la figura D.3.

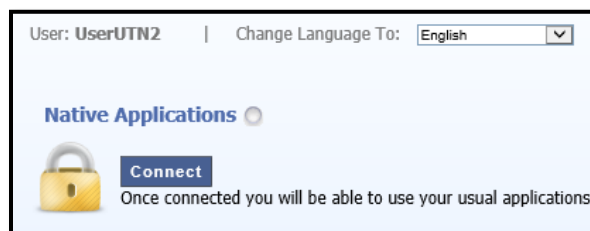


Figura D.3

La figura D.4 presenta la ventana que se muestra cuando la comunicación se establece exitosamente, pero, en caso de que no aparezca esta ventana, lo más probable es que exista algún tipo de fallo durante el intento de conexión, por lo que se recomienda utilizar el navegador web Internet Explorer, con el que se evitan posibles fallos.

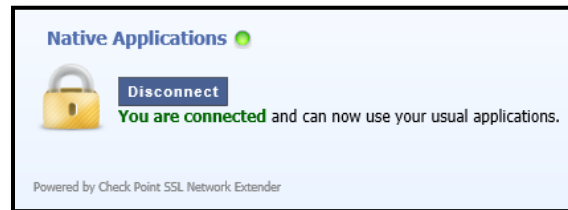


Figura D.4

En caso de que, durante el intento de conectarse, la página web de la figura D.4 no aparezca, y, en su lugar se soliciten permisos para instalar un programa con el nombre Check Point Deployment Agent, es necesario permitir la instalación, de lo contrario no será posible levantar el enlace VPN.

D.2. Ingreso a través de SSH

Una vez que el enlace VPN se ha establecido, es posible acceder a los servidores virtuales de la nube de CEDIA a través del protocolo Secure Shell (SSH). En este caso se utiliza Putty para ingresar de manera remota a los servidores; por lo tanto, se debe digitar la dirección IP tal como se muestra en la figura D.5.

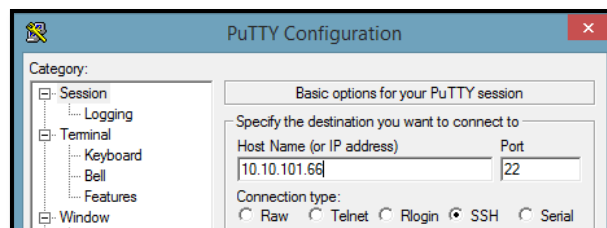


Figura D.5

Finalmente, cuando Putty establece la sesión SSH, es necesario ingresar las credenciales respectivas para trabajar como usuario root, tal como lo indica la figura D.6.

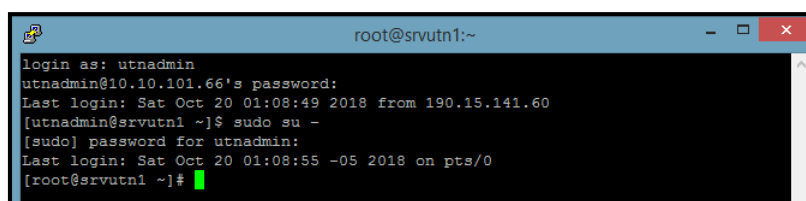


Figura D.6

ANEXO E: MANUAL DE INSTALACIÓN DE OPINA

E.1. Instalación del SDK

Antes de empezar con el despliegue del gestor de encuestas Opina, cabe recalcar que esta aplicación requiere de varias dependencias, así que se empieza instalando el SDK; para lo cual, se debe ingresar el comando que muestra la figura E.1.

```
[root@srvutn1 ~]# yum install java-1.8.0-openjdk-devel
```

Figura E.1

En este caso, el SDK se trata del JDK de Java, cuya versión es la 1.8.0. El proceso de instalación se realiza automáticamente y cuando el paquete se instala, es necesario obtener una respuesta como la que se presenta en la figura E.2.

```
Installed:
  java-1.8.0-openjdk-devel.x86_64 1:1.8.0.171-8.b10.e17_5
```

Figura E.2

Para finalizar la instalación de Java, se recomienda verificar la versión que se ha instalado, para lo cual, se debe ingresar el siguiente comando: “java -version”, y, la figura E.3 muestra el resultado que se debe obtener.

```
openjdk version "1.8.0_171"
OpenJDK Runtime Environment (build 1.8.0_171-b10)
OpenJDK 64-Bit Server VM (build 25.171-b10, mixed mode)
[root@srvutn1 ~]#
```

Figura E.3

E.2. Instalación de la base de datos MySQL

A continuación, es necesario instalar la base de datos, en este caso se opta por MySQL. Se debe actualizar el sistema antes de instalar MySQL; por lo tanto, se utilizan comandos “rpm” para la actualización, y, para instalar el servicio de base de datos se utiliza el comando “yum”, tal como se presenta en la figura E.4.

```
[root@srvutn1 ~]# rpm -Uvh http://repo.mysql.com/mysql-community-release-el7-5.noarch.rpm
Retrieving http://repo.mysql.com/mysql-community-release-el7-5.noarch.rpm
Preparing...
Updating / installing...
 1:mysql-community-release-el7-5
[root@srvutn1 ~]# yum install mysql mysql-server
```

Figura E.4

De igual manera que en la instalación de Java, este es un proceso que se ejecuta de forma automática, así que, la figura E.5 presenta la respuesta que debe obtenerse al terminar la instalación.

```
Installed:
mysql-community-client.x86_64 0:5.6.40-2.el7
```

Figura E.5

Ahora, es necesario iniciar el servicio MySQL y verificar que se encuentre activo, para lo cual, se debe ingresar los dos comandos que muestra la figura E.6, y, comprobar las letras de color verde, que indican que el servicio está activo y ejecutándose sobre el servidor virtual.

```
[root@srvutn1 ~]# systemctl start mysqld
[root@srvutn1 ~]# systemctl status mysqld
● mysqld.service - MySQL Community Server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/mysqld.service; enabled; ve
   Active: active (running) since Wed 2018-07-18 02:16:15 -05; 6s ago
```

Figura E.6

Se debe configurar el servicio para que se mantenga activo todo el tiempo, incluso si existe un reinicio de la máquina virtual; la figura E.7 muestra el comando requerido para esto.

```
[root@srvutn1 ~]# chkconfig mysqld on
Note: Forwarding request to 'systemctl enable mysqld.service'.
```

Figura E.7

Finalmente, es recomendable verificar la versión del paquete que se ha instalado en el servidor, para lo cual es necesario digitar el siguiente comando: “mysql -v”. Posteriormente, se debe obtener un resultado como se muestra en la figura E.8.

```
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 2
Server version: 5.6.40 MySQL Community Server (GPL)
```

Figura E.8

Luego de verificar la versión de MySQL, es necesario digitar “exit” para salir del gestor de base de datos, como se indica en la figura E.9.

```
mysql> exit
Writing history-file /root/.mysql_history
Bye
```

Figura E.9

E.3. Instalación del Servidor WEB Apache Tomcat

A continuación, se debe instalar el servidor web Apache Tomcat; este servidor HTTP debe ser previamente descargado desde su página oficial, en este caso ya se encuentra descargado el paquete del servidor, y, se ubica en el directorio “/home/utnadmin/”, como se ve en la figura E.10.

```
[root@srvutn1 utnadmin]# ls
apache-tomcat-9.0.10.tar.gz  apache-tomcat-9.0.10.zip
```

Figura E.10

Se requiere descomprimir el archivo, para lo cual, la mejor opción es descomprimirlo y moverlo a través de un solo comando. La figura E.11 muestra como ejecutar este procedimiento, el cual, ubica el archivo descomprimido en el directorio “/opt”.

```
[root@srvutn1 utnadmin]# tar -xvf apache-tomcat-9.0.10.tar.gz -C /opt/
```

Figura E.11

Se recomienda verificar que la carpeta descomprimida se encuentre ubicada en el directorio “/opt”, como se muestra en la figura E.12.

```
[root@srvutn1 utnadmin]# cd /opt
[root@srvutn1 opt]# ls
apache-tomcat-9.0.10  rh
```

Figura E.12

Para mayor facilidad al trabajar con esta carpeta o directorio, se recomienda cambiar el nombre de la carpeta simplemente a “tomcat”, tal como se presenta en la figura E.13.

```
[root@srvutn1 opt]# mv apache-tomcat-9.0.10/ tomcat
[root@srvutn1 opt]# ls
rh  tomcat
```

Figura E.13

Ahora, es necesario ingresar un par de comandos que permiten configurar el funcionamiento de la variable “CATALINA_HOME” dentro del servidor web Apache Tomcat; la figura E.14 muestra los comandos requeridos.

```
[root@srvutn1 opt]# echo "export CATALINA_HOME='/opt/tomcat/'" >> ~/.bashrc
[root@srvutn1 opt]# source ~/.bashrc
```

Figura E.14

Ahora solo resta iniciar el servicio tomcat; para llevar a cabo el arranque del servicio se debe ingresar al directorio “/tomcat/bin”, y, es necesario buscar el archivo .sh cuyo nombre es “startup.sh”. El servicio se inicia cuando se ejecuta este archivo o fichero, la figura E.15 presenta el método requerido para arrancar Tomcat.

```
[root@srvutn1 bin]# ./startup.sh
Using CATALINA_BASE:   /opt/tomcat/
Using CATALINA_HOME:   /opt/tomcat/
Using CATALINA_TMPDIR: /opt/tomcat/temp
Using JRE_HOME:        /
Using CLASSPATH:       /opt/tomcat/bin/bootstrap.jar:/opt/tomcat/bin/tomcat-juli.jar
Tomcat started.
```

Figura E.15

Con esto queda concluida la instalación del servidor Apache Tomcat.

E.4. Configuración del Firewall

Para configurar el firewall de modo que permita el correcto funcionamiento de los servicios se deben añadir 2 servicios y 2 puertos, estos servicios son el HTTP y el MySQL, mientras que los puertos son el puerto 8080 TCP y el puerto 3306, tanto UDP como TCP. Se inicia la configuración añadiendo el puerto 8080 a las reglas del firewall, como se muestra en la figura E.16.

```
[root@srvutn1 ~]# firewall-cmd --permanent --zone=public --add-port=8080/tcp
```

Figura E.16

Luego, se añade el puerto 3306 en TCP y UDP, como se presenta en la figura E.17.

```
[root@srvutn1 bin]# firewall-cmd --permanent --add-port=3306/tcp
[root@srvutn1 bin]# firewall-cmd --permanent --add-port=3306/udp
```

Figura E.17

Para verificar que la configuración es exitosa, la mejor opción es obtener una lista de los puertos activos en el firewall; la figura E.18 muestra cómo hacerlo.

```
[root@srvutn1 bin]# firewall-cmd --list-ports
8080/tcp 3306/tcp 3306/udp
```

Figura E.18

Ahora se debe añadir los servicios ya mencionados, y, verificar que sean agregados con éxito dentro de las reglas del firewall; para añadir los servicios digite los comandos: “firewall-cmd --permanent --add-service=http” y “firewall-cmd --permanent --add-service=https”. Para verificar digite el comando que se muestra en la figura E.19.

```
[root@srvutn1 bin]# firewall-cmd --list-services
dncpv6-client ssh http mysql
[root@srvutn1 bin]#
```

Figura E.19

Para concluir, es necesario reiniciar el firewall, y, así queda terminado el proceso de configuración para que los servicios en cuestión no sean bloqueados en ningún momento; ingrese el comando que se presenta en la figura E.20.

```
[root@srvutn1 ~]# firewall-cmd --reload
```

Figura E.20

E.5. Instalación de Opina

Para comenzar con el despliegue del servicio Opina, se necesita una base de datos lista para la disposición de este servicio; por lo tanto, es necesario ingresar a MySQL y crear la base de datos mencionada. Como aún no se crea un usuario administrador de MySQL, se requiere crear este usuario antes de ingresar, para ello digite el comando que se muestra en la figura E.21.

```
[root@srvutn1 ~]# mysqladmin -u root password Fic@2020.
Warning: Using a password on the command line interface can be insecure.
```

Figura E.21

Con el usuario administrador configurado ya es posible ingresar a MySQL, digite: “mysql -u root -p” y luego el sistema solicita que se ingrese la contraseña, aquí es necesario ingresar la contraseña que se asignó al usuario administrador; luego se presiona la tecla [Enter] y se accede al gestor de base de datos MySQL, tal como se presenta en la figura E.22.

```
[root@srvutn1 ~]# mysql -u root -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 4
Server version: 5.6.40 MySQL Community Server (GPL)

Copyright (c) 2000, 2018, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql>
```

Figura E.22

Dentro de MySQL, la creación y puesta en marcha de la base de datos para el servicio Opina requiere de pocos pasos; primero, se crea la base de datos; segundo, se crea un usuario y una contraseña asociados a la base de datos, y, tercero, se digita “exit” para salir de MySQL. La figura E.23 muestra la ejecución de este proceso.

```
mysql> CREATE DATABASE opina;
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)

mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON opina.* TO 'opinauser'@'localhost' IDENTIFIED BY 'opinapassword';
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> FLUSH PRIVILEGES;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> exit
Bye
[root@srvutn1 ~]#
```

Figura E.23

Para continuar con la instalación o despliegue del gestor de encuestas Opina se debe descargar el paquete de software desde la página principal de Opina, en este caso ya se encuentra descargado el paquete, y, se ubica en el directorio “/home/utnadmin”, tal como se presenta en la figura E.24.

```
[root@srvutn1 utnadmin]# ls
apache-tomcat-9.0.10.tar.gz  opina-2.7.0-bin.zip  opina-bin-1.5.1.zip
```

Figura E.24

Ahora, se debe descomprimir el archivo zip, para lo cual, se digita el comando que se muestra en la figura E.25.

```
[root@srvutn1 utnadmin]# unzip opina-bin-1.5.1.zip
```

Figura E.25

Es necesario verificar que aparezca una carpeta con el nombre “opina” dentro del directorio actual; la figura E.26 muestra el comando requerido.

```
[root@srvutn1 utnadmin]# ls
apache-tomcat-9.0.10.tar.gz  opina
```

Figura E.26

Se debe mover esta carpeta opina, hacia el servidor apache tomcat, exactamente se debe mover la carpeta hacia el directorio “/webapps” del servidor web, tal como se ve en la figura E.27.

```
[root@srvutn1 utnadmin]# mv opina /opt/tomcat/webapps/
```

Figura E.27

Luego de que la carpeta opina se mueve al directorio dentro de apache tomcat, el servicio está casi listo para ser accesible desde un navegador web; lo único que resta por hacer es cambiar los parámetros de autenticación dentro del fichero que se presenta en la figura E.28.

```
[root@srvutn1 webapps]# nano /opt/tomcat/webapps/opina/WEB-INF/classes/hibernate.properties
```

Figura E.28

Es necesario editar los siguientes 3 parámetros: el primero es la URL, el segundo es el username y el tercero es el password. El segundo y tercer parámetro pertenecen al usuario gestor de la base de datos; la figura E.29 muestra cómo realizar este proceso.

```
root@srvutn1:/opt/tomcat/webapps
GNU nano 2.3.1 File: ../opina/WEB-INF/classes/hibernate.properties
hibernate.connection.url=jdbc:mysql://localhost:3306/opina
hibernate.connection.driver_class=com.mysql.jdbc.Driver
hibernate.connection.username=opinauser
hibernate.connection.password=opinapassword
```

Figura E.29

Con estos cambios, el servidor apache tomcat debe funcionar adecuadamente; la mejor manera de verificar si el servidor está operando es ingresar a la dirección `http://10.10.101.66/8080/` desde un navegador web. En este caso se utiliza Internet Explorer; la figura E.30 presenta la página que debe mostrarse.

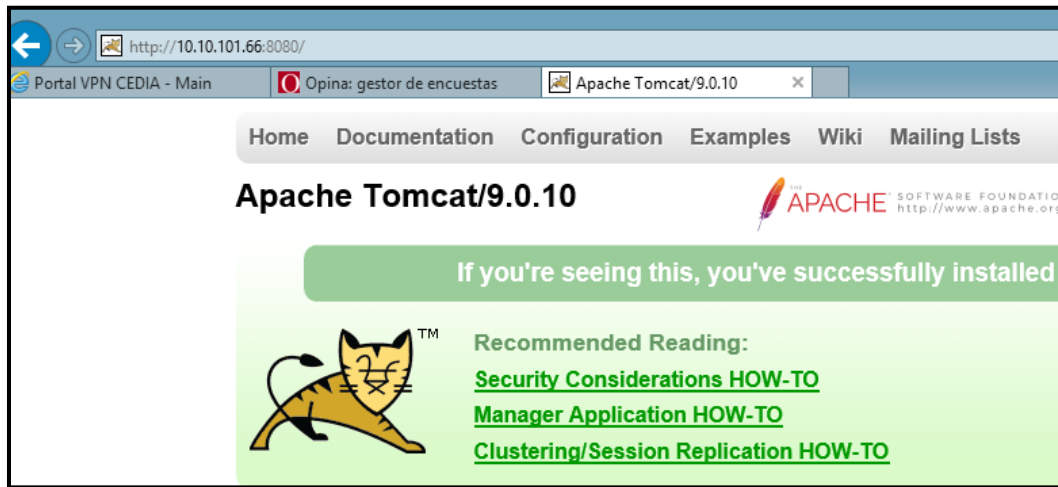


Figura E.30

Como se verifica en la figura E.30, Apache Tomcat funciona; ahora, se debe ingresar a la dirección “`http://10.10.101.66:8080/opina/instalar`” para continuar con la instalación. En esta página, Opina crea automáticamente un usuario administrador, tal como se muestra en la figura E.31.

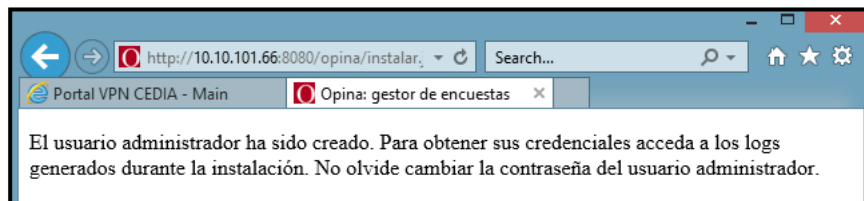


Figura E.31

Posteriormente, es necesario ingresar a la dirección “`http://10.10.101.66:8080/opina/`”, que es la página principal del servidor Opina; aquí el servicio solicita iniciar sesión. Para establecer la sesión se debe utilizar la cuenta del usuario administrador que Opina creó en la figura E.31, este usuario es: `opina`, y, la contraseña es: `qwerty.opina`; la figura E.32 presenta la interfaz de usuario de Opina una vez que la sesión es establecida.

El proceso de instalación ha concluido; por lo tanto, cuando se cierra la sesión de Opina, es posible volver a ingresar a través del usuario administrador y revisar las funciones que ofrece este servicio. Se recomienda, por motivos de seguridad, crear un nuevo usuario administrador; para llevar

a cabo este proceso se debe editar el fichero: “application.properties”; en la sección final del fichero se encuentra la configuración del usuario administrador, es decir, el nombre de usuario y la contraseña; de modo que, se deben borrar estas credenciales y crear unas nuevas.



Figura E.32

E.6. Direccionamiento IP Público y Configuración del DNS

El acceso público hacia el servidor virtual Opina se lo realiza a través de la dirección IPv4 pública: 201.159.222.65, y, a través de la dirección IPv6 global: 2800:68:1aa5:320::2. Sin embargo, en este proyecto no se trabaja con direcciones IP, sino con nombres de dominio o DNS.

Para obtener un nombre de dominio a nivel mundial de manera gratuita se emplea la plataforma Freenom, por lo tanto, se debe ingresar a la dirección my.freenom.com y crear una cuenta. Posteriormente, se tiene acceso a la página principal de Freenom (una vez creada la cuenta); dentro de esta página es necesario dirigirse a la sección servicios (services), tal como se indica en la figura E.33.

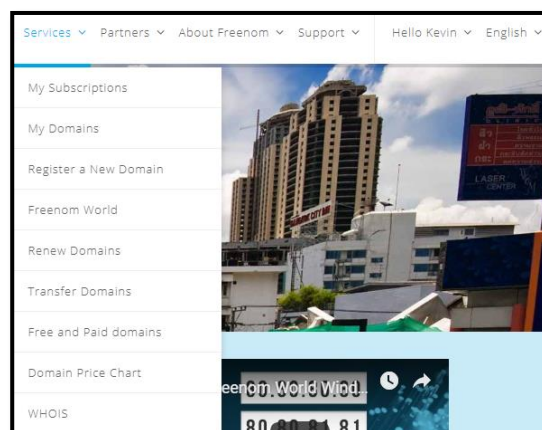


Figura E.33

En este proyecto se registran 2 nuevos dominios, el dominio ficaopina4 asociado a la dirección IPv4 pública 201.159.222.65, y, el dominio ficaopina asociado a la dirección IPv6 global 2800:68:1aa5:320::2; por lo tanto, se debe ingresar a la sección registrar un nuevo dominio (register a new domain), que se muestra en la figura E.33; una vez dentro de esta sección, la figura E.34 presenta la página que debe mostrarse.

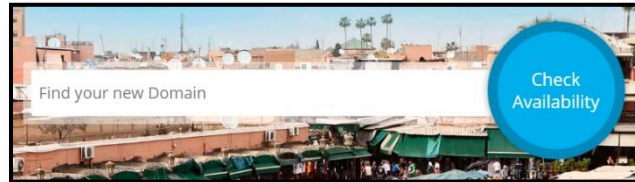


Figura E.34

Lo primero, es digitar el nombre del dominio en el espacio que dice encuentre su nuevo dominio (find your new domain), que se muestra en la figura E.34; después, es necesario dar clic en el botón consultar disponibilidad (check availability) y Freenom determina las opciones que se encuentran disponibles para el dominio ingresado; se debe seleccionar una de las opciones disponibles y Freenom registra el dominio a nombre de la cuenta solicitante. En este proyecto se seleccionan las opciones ficaopina4.tk para la dirección IPv4, y, ficaopina.tk para la dirección IPv6.

Ahora, es necesario ingresar a la sección mis dominios (my domains), que se muestra en la figura E.33; una vez dentro de esta sección, se pueden apreciar los dominios registrados, tal como se muestra en la figura E.35.

ficaopina.tk	07/09/2018	07/09/2019	ACTIVE	Free	Manage Domain
ficaopina4.tk	07/09/2018	07/09/2019	ACTIVE	Free	Manage Domain

Figura E.35

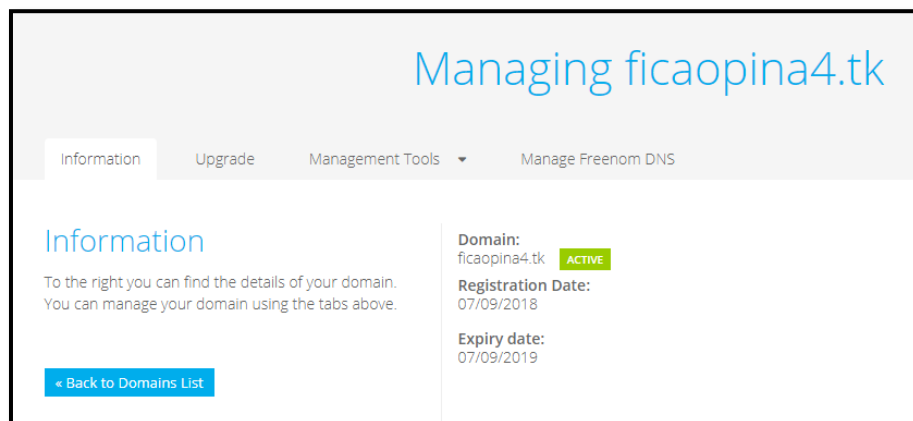


Figura E.36

Es necesario entrar a la sección gestionar dominio (manage domain) que se indica en la figura E.35, para configurar cada uno de los dominios registrados. Para el dominio ficaopina4.tk se debe apreciar la ventana que se muestra en la figura E.36, en la cual, es necesario ingresar a la sección gestionar DNS de Freenom (manage Freenom DNS) para configurar el registro tipo A; de modo que, se debe configurar el registro tal como se indica en la figura E.37.

Name	Type	TTL	Target	
	A	300	201.159.222.65	Delete
WWW	A	300	201.159.222.65	Delete

[Save Changes](#)

Figura E.37

Una vez configurado el registro tipo A, es necesario dar clic en el botón guardar cambios (save changes) que se aprecia en la figura E.37; por lo tanto, las modificaciones se guardan y ya es posible acceder al servidor a través del nombre de dominio en lugar de utilizar la dirección IP; de modo que, para verificar el funcionamiento del DNS se debe digitar: `http://ficaopina4.tk:8080/opina/` para acceder al servidor a través de un navegador web.

El mismo procedimiento es requerido para configurar el dominio ficaopina.tk; por lo tanto, es necesario entrar a la sección gestionar dominio (manage domain) que se indica en la figura E.35, para configurar el dominio.

Managing ficaopina.tk

Information Upgrade Management Tools Manage Freenom DNS

Information

To the right you can find the details of your domain. You can manage your domain using the tabs above.

Domain: ficaopina.tk **ACTIVE**

Registration Date: 07/09/2018

Expiry date: 07/09/2019

[Back to Domains List](#)

Figura E.38

Se debe apreciar la ventana que presenta la figura E.38, en la cual, es necesario ingresar a la sección gestionar DNS de Freenom (manage Freenom DNS) para configurar el registro tipo AAAA; de modo que, se debe configurar el registro tal como se muestra en la figura E.39.

Modify Records				
Name	Type	TTL	Target	
	AAAA	300	2800:68:1aa5:320::2	Delete
www	AAAA	300	2800:68:1aa5:320::2	Delete
				Save Changes

Figura E.39

Una vez configurado el registro tipo AAAA, es necesario dar clic en el botón guardar cambios (save changes) que se aprecia en la figura E.39; por lo tanto, las modificaciones se guardan y ya es posible acceder al servidor a través del nombre de dominio en lugar de utilizar la dirección IP; de modo que, para verificar el funcionamiento del DNS se debe digitar: `http://ficaopina.tk:8080/opina/` para acceder al servidor a través de un navegador web.

E.7. Instalación del Certificado Digital Otorgado por Let's Encrypt

En la sección anterior se configura el DNS para acceder al servidor a través de `http://ficaopina4.tk:8080/opina/` para IPv4, y, a través de `http://ficaopina.tk:8080/opina/` para IPv6. Sin embargo, se está utilizando un protocolo no seguro, que es HTTP, ya que se está utilizando el puerto 8080 para acceder al servidor; por lo tanto, es necesario configurar el protocolo seguro HTTPS que trabaja por el puerto 443. Para configurar el protocolo HTTPS, y, también, para instalar el certificado digital otorgado por Let's Encrypt se debe ingresar al directorio de la figura E.40.

```
[root@srvutn1 conf]# cd /opt/tomcat/bin/
[root@srvutn1 bin]#
```

Figura E.40

Dentro de este directorio, se debe apagar el servidor Tomcat, como se ve en la figura E.41. Esto es necesario ya que, para instalar el certificado, el puerto web debe estar disponible; de modo que, si Tomcat se encuentra activo, el puerto está ocupado, por eso se lo desactiva momentáneamente.

```
[root@srvutn1 bin]# ./shutdown.sh
```

Figura E.41

Es necesario permitir el tráfico a través del puerto 80 en las reglas del firewall, para lo cual, se debe ingresar el comando que se muestra en la figura E.42.

```
[root@srvutn1 bin]# firewall-cmd --permanent --add-port=80/tcp
```

Figura E.42

Posteriormente se debe reiniciar el firewall a través del comando: “firewall-cmd --reload”. Ahora, se debe descargar e instalar la aplicación certbot de Let’s Encrypt para instalar el certificado, para lo cual, es necesario digitar el comando que se indica en la figura E.43.

```
[root@srvutn1 bin]# wget https://dl.eff.org/certbot-auto -P /usr/local/bin
```

Figura E.43

Es necesario modificar los permisos de la aplicación, para lo cual, se debe utilizar el comando que se muestra en la figura E.44.

```
[root@srvutn1 bin]# chmod a+x /usr/local/bin/certbot-auto
```

Figura E.44

Ahora, es necesario solicitar un nuevo certificado para el dominio ficaopina.tk (IPv6), a través del comando que se presenta en la figura E.45.

```
[root@srvutn1 bin]# certbot-auto certonly -d ficaopina.tk
```

Figura E.45

Después de ejecutar el comando, se despliega una serie de preguntas, para responder adecuadamente realice los siguientes pasos: ingrese [1] para escoger el método de autenticación y presione [Enter]; ingrese [2] para elegir autenticarse desde el archivo webroot local y presione [Enter]; ingrese un correo electrónico personal, para recibir mensajes urgentes, como renovación del certificado, por ejemplo; ingrese [A] para aceptar los términos, y, finalmente, ingrese [n] para que el correo se mantenga como información privada dentro de Let’s Encrypt. Con esto, el certificado se crea y se activa; por lo tanto, para configurar el certificado es necesario digitar el comando que se muestra en la figura E.46.

```
[root@srvutn1 bin]# openssl pkcs12 -export -out /tmp/ficaopina.tk_fullchain_and_key.p12 -in /etc/letsencrypt/live/ficaopina.tk/fullchain.pem -inkey /etc/letsencrypt/live/ficaopina.tk/privkey.pem -name tomcat
```

Figura E.46

Con el comando de la figura E.46, se crean los ficheros respectivos a las llaves que sirven para cifrar la información de extremo a extremo; finalmente, es necesario crear un solo archivo que contenga toda la información de estos ficheros; se debe ingresar el comando de la figura E.47.

```
[root@srvutn1 bin]# keytool -importkeystore -deststorepass changeit -destkeypass changeit -destkeystore /opt/tomcat/conf/ficaopina.tk.jks -srckeystore /tmp/ficaopina.tk_fullchain_and_key.p12 -srcstoretype PKCS12 -srcstorepass changeit -alias tomcat
```

Figura E.47

El archivo que contiene la información del certificado se encuentra listo; por lo tanto, es necesario indicarle al servidor que debe utilizar este archivo para cifrar la comunicación; este proceso se realiza modificando el fichero que se muestra en la figura E.48.

```
[root@srvutnl bin]# vim /opt/tomcat/conf/server.xml
```

Figura E.48

Dentro del fichero, es necesario configurar, primero, el conector del protocolo HTTP, para lo cual, se debe modificar la información del conector como se indica en la figura E.49.

```
<Connector executor="tomcatThreadPool"
  port="80" protocol="HTTP/1.1"
  connectionTimeout="20000"
  redirectPort="443" />
```

Figura E.49

Posteriormente, se debe modificar la información del conector del protocolo HTTPS, para lo cual, es necesario hacerlo como se muestra en la figura E.50.

```
<Connector port="443" protocol="org.apache.coyote.http11.Http11NioProtocol"
  maxThreads="150" address="2800:68:1aa5:320::2" SSLEnabled="true">
  <SSLHostConfig>
    <Certificate
      certificateKeystoreFile="conf/ficaopina.tk.jks"
      type="RSA"
      certificateKeystorePass="changeit"/>
    </SSLHostConfig>
  </Connector>
```

Figura E.50

Con esto, el certificado digital es reconocido por el servidor; por lo tanto, ya es posible acceder al servidor virtual Opina a través de: <https://ficaopina.tk/opina/>; de modo que, la comunicación es segura y se cifra mediante un certificado válido otorgado por Let's Encrypt.

Antes de reiniciar el servidor Tomcat para verificar HTTPS, se debe repetir el procedimiento desde la figura E.45 hasta la figura E.47, reemplazando `ficaopina.tk` por `ficaopina4.tk`. Esto se realiza con la finalidad de instalar un nuevo certificado para el dominio `ficaopina4.tk` (IPv4), ya que hasta el momento solo el dominio `ficaopina.tk` (IPv6) cuenta con un certificado.

Cuando concluye el proceso para el dominio IPv4, se debe modificar el fichero del servidor una vez más, para lo cual, es necesario ingresar el comando de la figura E.48. Dentro del fichero de configuración del servidor, es necesario añadir un nuevo conector, para que reconozca el nuevo certificado otorgado por Let's Encrypt, asociado al dominio `ficaopina4.tk`; de modo que, se debe añadir la información que se presenta en la figura E.51.

```

<Connector port="443" protocol="org.apache.coyote.http11.Http11NioProtocol"
  maxThreads="150" address="10.10.101.66" SSLEnabled="true">
  <SSLHostConfig>
    <Certificate
      certificateKeystoreFile="conf/ficaopina4.tk.jks"
      type="RSA"
      certificateKeystorePass="changeit"/>
    </Certificate>
  </SSLHostConfig>
</Connector>

```

Figura E.51

Con esto, el proceso de configuración del protocolo HTTPS y la activación del certificado digital ha concluido; de modo que, se debe reiniciar el servidor Tomcat y verificar el acceso hacia el servidor virtual Opina a través de: <https://ficaopina4.tk/opina/> (para IPv4), y, a través de: <https://ficaopina.tk/opina/> (para IPv6).

E.8. Renovación Automática del Certificado

Cabe recalcar que los certificados otorgados por Let's Encrypt tienen una duración de 90 días; cuando este tiempo ha transcurrido el certificado caduca, y, es necesario renovarlo, proceso que es similar a la creación del certificado. Para no preocuparse por esto, la mejor opción es configurar un proceso automático que renueve el certificado diariamente, así, no habrá un día en que caduque el certificado.

Primero, se debe instalar el soporte para correo, como indica la figura E.52; con la finalidad de que se envíe un mensaje al correo electrónico cuando el certificado sea renovado.

```
[root@srvutn1 bin]# yum -y install mailx
```

Figura E.52

Posteriormente, es necesario instalar git, como se muestra en la figura E.53, que es una aplicación que permite acceder al repositorio donde se encuentra el fichero de renovación automática.

```
[root@srvutn1 bin]# yum -y install git
```

Figura E.53

Se debe clonar el fichero mencionado, para lo cual es necesario ingresar el comando que se muestra en la figura E.54, con lo que se descarga el fichero.

```
[root@srvutn1 bin]# git clone https://github.com/jmutai/tomcat-letsencrypt.git
```

Figura E.54

Es necesario acceder al directorio descargado, tal como se ve en la figura E.55.

```
[root@srvutn1 bin]# cd tomcat-letsencrypt
```

Figura E.55

Dentro de este directorio, se encuentra el fichero que contiene la configuración de renovación automática; por lo tanto, se debe editar el fichero con el comando que se indica en la figura E.56.

```
[root@srvutn1 tomcat-letsencrypt]# vim tomcat-letsencrypt-autorenew.sh
```

Figura E.56

Dentro del fichero, se debe modificar el contenido como muestra la figura E.57, con lo que se le indica al fichero que debe realizar la renovación automática para el dominio ficaopina.tk (IPv6).

```
DOMAIN="ficaopina.tk"
TOMCAT_KEY_PASS="changeit"
CERTBOT_BIN="/usr/local/bin/certbot-auto"
EMAIL_NOTIFICATION="cmrojas@utn.edu.ec"
```

Figura E.57

Se debe cambiar los permisos del fichero modificado a través del comando de la figura E.58.

```
[root@srvutn1 tomcat-letsencrypt]# chmod +x tomcat-letsencrypt-autorenew.sh
```

Figura E.58

Es necesario añadir un nuevo comando dentro del directorio “/bin”, que permita ejecutar el archivo .sh desde cualquier directorio dentro del sistema, para lo cual, es necesario ingresar el comando que se muestra en la figura E.59.

```
[root@srvutn1 tomcat-letsencrypt]# cp tomcat-letsencrypt-autorenew.sh /usr/local/bin
```

Figura E.59

Finalmente, es necesario ingresar al cron de Linux tal como se presenta en la figura E.60.

```
[root@srvutn1 tomcat-letsencrypt]# crontab -e
```

Figura E.60

Dentro del cron, se debe crear un proceso automático que ejecute el comando requerido para realizar la renovación automática. Es necesario añadir el contenido que se muestra en la figura E.61.

```
30 3 * * * /usr/local/bin tomcat-letsencrypt-autorenew.sh
30 3 * * * /usr/local/bin tomcat-letsencrypt-autorenew4.sh
```

Figura E.61

La primera línea de la figura E.61 es la orden que ejecuta automáticamente la renovación del certificado asociado al dominio ficaopina.tk (IPv6), sin embargo, también se debe renovar el certificado asociado al dominio ficaopina4.tk (IPv4), para eso sirve la segunda línea de la figura E.61.

Con esto, la renovación automática para el dominio IPv6 se encuentra correctamente configurada; de modo que, solo resta configurar el fichero para la renovación del dominio IPv4, para lo cual, se debe realizar una copia del fichero utilizado para la renovación del dominio IPv6; la figura E.62 presenta el comando requerido para copiar este fichero.

```
[root@srvutn1 tomcat-letsencrypt]# cp tomcat-letsencrypt-autorenew.sh tomcat-letsencrypt-autorenew4.sh
```

Figura E.62

A continuación, es necesario editar el fichero creado, tal como se muestra en la figura E.63.

```
[root@srvutn1 tomcat-letsencrypt]# vim tomcat-letsencrypt-autorenew4.sh
```

Figura E.63

Se debe editar el contenido del fichero para que la renovación automática se aplique al dominio `ficaopina4.tk` (IPv4), tal como se presenta en la figura E.64.

```
DOMAIN="ficaopina4.tk"
TOMCAT_KEY_PASS="changeit"
CERTBOT_BIN="/usr/local/bin/certbot-auto"
EMAIL_NOTIFICATION="cmrojas@utn.edu.ec"
```

Figura E.64

Se deben modificar los permisos del fichero, para lo cual, es necesario ingresar el comando que se muestra en la figura E.65.

```
[root@srvutn1 tomcat-letsencrypt]# chmod +x tomcat-letsencrypt-autorenew4.sh
```

Figura E.65

Finalmente, es necesario añadir un nuevo comando en el directorio “/bin”, que permita la ejecución del fichero desde cualquier directorio del sistema, para lo cual, se debe digitar el comando que se presenta en la figura E.66.

```
[root@srvutn1 tomcat-letsencrypt]# sudo cp tomcat-letsencrypt-autorenew4.sh /usr/local/bin
```

Figura E.66

Con esta configuración, el sistema ejecuta automáticamente la renovación de los certificados asociados tanto al dominio IPv4 como al dominio IPv6.

E.9. Redireccionamiento de Directorio y de HTTP a HTTPS

Hasta el momento, es posible acceder hacia el servidor virtual Opina a través de: `https://ficaopina4.tk/opina/` (para IPv4), y, a través de: `https://ficaopina.tk/opina/` (para IPv6).

Sin embargo, para que el protocolo HTTPS funcione, es necesario declarar el protocolo dentro de la URL de acceso hacia el servidor, y, esto no es recomendable; por lo tanto, se debe configurar un redireccionamiento automático, para que sin necesidad de declarar el protocolo HTTPS en la URL, el servidor redirija todas las solicitudes al puerto 443.

Se debe editar el fichero principal del servidor web, como se indica en la figura E.67.

```
[root@srvutnl ~]# vim /opt/tomcat/webapps/ROOT/WEB-INF/web.xml
```

Figura E.67

Dentro de la configuración del fichero, es necesario añadir la configuración que le permita al servidor web redireccionar todas las solicitudes hacia el puerto 443; la figura E.68 muestra el contenido que se debe agregar al fichero, cabe recalcar, que se debe ingresar el contenido antes de la línea “</web-app>”.

```
<!-- Require HTTPS for everything except /img (favicon) and /css. -->
<security-constraint>
  <web-resource-collection>
    <web-resource-name>HTTPSOnly</web-resource-name>
    <url-pattern>/*</url-pattern>
  </web-resource-collection>
  <user-data-constraint>
    <transport-guarantee>CONFIDENTIAL</transport-guarantee>
  </user-data-constraint>
</security-constraint>
<security-constraint>
  <web-resource-collection>
    <web-resource-name>HTTPSOrHTTP</web-resource-name>
    <url-pattern>*.ico</url-pattern>
    <url-pattern>/img/*</url-pattern>
    <url-pattern>/css/*</url-pattern>
  </web-resource-collection>
  <user-data-constraint>
    <transport-guarantee>NONE</transport-guarantee>
  </user-data-constraint>
</security-constraint>
</web-app>
```

Figura E.68

Con esta modificación en el fichero del servidor web, todas las peticiones que el servidor virtual Opina reciba, se redireccionan automáticamente hacia el puerto 443, o, lo que es lo mismo, todo el tráfico de red HTTP se redirecciona hacia HTTPS. Por lo tanto, en este momento es posible acceder al servidor Opina a través de: `ficaopina4.tk/opina/` (para IPv4), y, a través de: `ficaopina.tk/opina/` (para IPv6).

Sin embargo, lo mejor es acceder al servidor solamente a través del dominio, y, hasta el momento es necesario ingresar el directorio (`/opina/`) dentro de la URL para ingresar al servidor.

Por lo tanto, se debe configurar un redireccionamiento de directorio, para que sea posible acceder al servidor ingresando simplemente el dominio IPv4 o IPv6. Para lo cual, es necesario crear un fichero que permita ejecutar el redireccionamiento de directorios, tal como se ve en la figura E.69.

```
[root@srvutn1 ~]# vim /opt/tomcat/webapps/ROOT/index.jsp
```

Figura E.69

Dentro del fichero se debe añadir el contenido que se muestra en la figura E.70.

```
response.sendRedirect("/opina");
```

Figura E.70

Con este fichero, el servidor realiza automáticamente el redireccionamiento del directorio; por lo tanto, en este momento es posible acceder al servidor virtual Opina a través de: ficaopina4.tk (para IPv4), y, a través de: ficaopina.tk (para IPv6).

Para verificar que toda la configuración funciona correctamente, a través de un navegador web se debe ingresar el dominio IPv4 del servidor virtual Opina, como se muestra en la figura E.71.

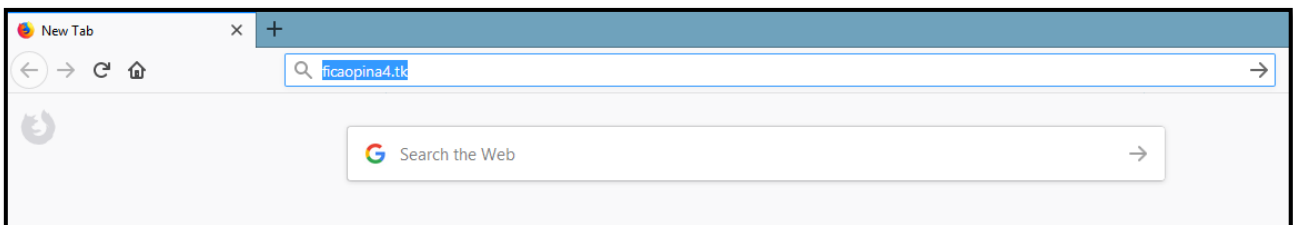


Figura E.71

Y automáticamente el servidor debe mostrar la página principal del gestor de encuestas Opina, tal como se presenta en la figura E.72.

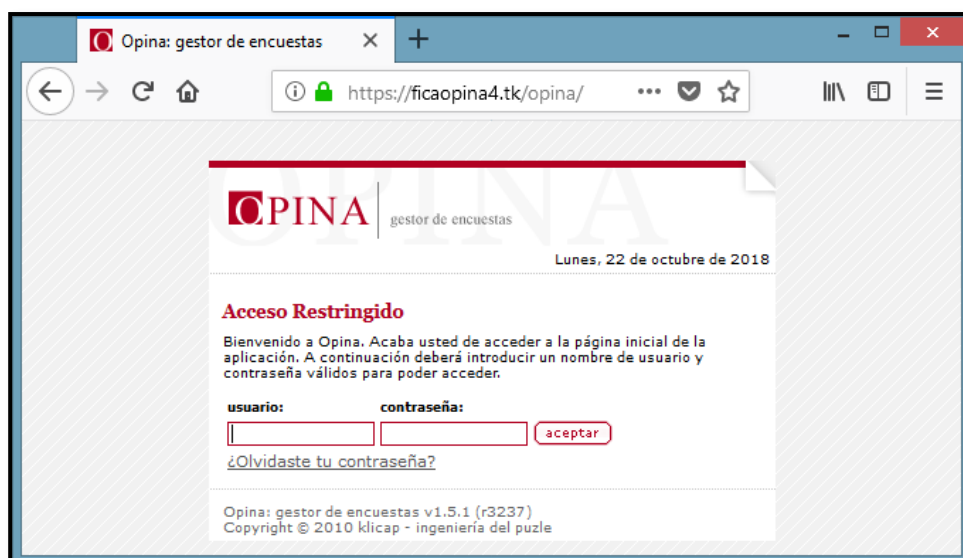


Figura E.72

Finalmente, para verificar que toda la configuración IPv6 funciona correctamente, a través de un navegador web se debe ingresar el dominio `ficaopina.tk` del servidor virtual Opina, como se muestra en la figura E.73.

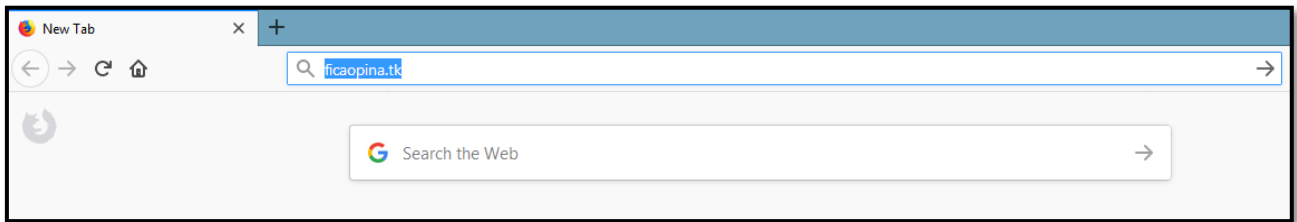


Figura E.73

Y automáticamente el servidor debe mostrar la página principal del gestor de encuestas Opina, tal como se presenta en la figura E.74.



Figura E.74

ANEXO F: MANUAL DE INSTALACIÓN DE MOODLE

F.1. Instalación de la Base de Datos

El primer paso para desplegar el servicio Moodle es la instalación de una base de datos, en este ejemplo se utiliza MySQL versión 5.6.40_2; por lo tanto, para establecer MySQL sobre el sistema operativo es necesario actualizar el sistema mediante un comando “rpm”, tal como se muestra en la figura F.1.

```
[root@srvutn2 ~]# rpm -Uvh http://repo.mysql.com/mysql-community-release-el7-5.noarch.rpm
Retrieving http://repo.mysql.com/mysql-community-release-el7-5.noarch.rpm
Preparing... ##### [100%]
Updating / installing...
 1:mysql-community-release-el7-5 ##### [100%]
```

Figura F.1

Una vez que el sistema se encuentra actualizado, ya es posible instalar el servicio de base de datos a través del comando más popular, “yum”, tal como se presenta en la figura F.2.

```
[root@srvutn2 ~]# yum install mysql mysql-server
```

Figura F.2

Cuando la ejecución del comando “yum” detecta todas las dependencias necesarias para instalar la base de datos, solicita confirmación, se debe ingresar la letra [Y], y, luego, la instalación se lleva a cabo automáticamente, mostrando al final lo que se presenta en la figura F.3.

```
Installed:
  mysql-community-client.x86_64 0:5.6.40-2.el7

Dependency Installed:
  mysql-community-common.x86_64 0:5.6.40-2.el7
  perl-DBI.x86_64 0:1.627-4.el7
  perl-Net-Daemon.noarch 0:0.48-5.el7

Replaced:
  mariadb-libs.x86_64 1:5.5.56-2.el7

Complete!
```

Figura F.3

Con esto concluye el proceso de instalación de MySQL; por lo tanto, se debe iniciar el servicio, para lo cual, es necesario ingresar el comando: “systemctl start mysqld”, tal como se muestra en la figura F.4.

```
[root@srvutn2 ~]# systemctl start mysqld
[root@srvutn2 ~]#
```

Figura F.4

Posteriormente, se debe verificar la operación del servicio mediante el comando: “systemctl status mysqld.service”, tal como se presenta en la figura F.5. La respuesta de este comando es muy importante, sobre todo la sección que dice “active (running)” en letras verdes, ya que indica que el servicio está operativo y funcionando correctamente. En caso de tener otra respuesta es necesario verificar que los pasos anteriores fueron exitosos y no se debe continuar hasta obtener el estado indicado.

```
[root@srvutn2 ~]# systemctl status mysqld
● mysqld.service - MySQL Community Server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/mysqld.se
   Active: active (running) since Sun 2018-07-15 22:
```

Figura F.5

La parte final de la puesta en marcha del servicio de base de datos MySQL es activar el inicio automático en caso de que el servidor virtual Moodle sea reiniciado, para lo cual, es necesario ingresar el siguiente comando: “chkconfig mysqld on”, tal como se presenta en la figura F.6.

```
[root@srvutn2 ~]# chkconfig mysqld on
Note: Forwarding request to 'systemctl enable mysqld.service'.
[root@srvutn2 ~]# █
```

Figura F.6

Como punto opcional se puede verificar la versión de MySQL que ha sido instalada en el equipo, para lo cual, se debe ingresar el comando “mysql -v”, como se muestra en la figura F.7.

```
[root@srvutn2 ~]# mysql -v
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 2
Server version: 5.6.40 MySQL Community Server (GPL)
```

Figura F.7

Y así, se corrobora la información acerca de la versión de MySQL mencionada al inicio del proceso de instalación de la base de datos, versión 5.6.40. Para salir de MySQL es necesario ingresar “exit” y presionar la tecla [Enter], tal como se presenta en la figura F.8.

```
mysql> exit
Writing history-file /root/.mysql_history
Bye
[root@srvutn2 ~]# █
```

Figura F.8

F.2. Instalación del Servidor HTTP

Moodle requiere de un servidor web o HTTP para su despliegue; en este manual se opta por utilizar el servidor Apache versión 2.4.6_80, para instalar el servicio no hace falta ningún tipo de

paquete de actualización, así que simplemente es necesario ejecutar el comando “yum install httpd” en la línea de comandos, tal como se muestra en la figura F.9.

```
[root@srvutn2 ~]# yum install httpd
```

Figura F.9

Una vez que el sistema encuentra todos los paquetes necesarios para la instalación, se muestra una lista de resumen de dichos requerimientos y el instalador solicita confirmación, es recomendable revisar la lista de paquetes que serán instalados y el tamaño de la descarga antes continuar con la aprobación. Cuando el proceso de instalación termina, se debe obtener un resultado tal como se presenta en la figura F.10.

```
Installed:
  httpd.x86_64 0:2.4.6-80.el7.centos.1

Dependency Installed:
  apr.x86_64 0:1.4.8-3.el7_4.1

Complete!
[root@srvutn2 ~]#
```

Figura F.10

Ahora, es necesario iniciar el servicio HTTP, para realizar esto se debe ingresar el comando: “systemctl start httpd.service” en la línea de comandos, como se presenta en la figura F.11.

```
[root@srvutn2 ~]# systemctl start httpd
[root@srvutn2 ~]#
```

Figura F.11

A continuación, es necesario verificar que el servicio haya iniciado correctamente y que se encuentre operativo, para lo cual se debe ingresar el comando: “systemctl status httpd.service”, tal como se muestra en la figura F.12.

```
[root@srvutn2 ~]# systemctl status httpd
● httpd.service - The Apache HTTP Server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/httpd.service; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Sun 2018-07-15 10:00:00 COT; 1min 45s ago
     Main PID: 1000 (httpd)
    CGroup: /systemd/system/httpd.service
            └─ 1000 httpd

Warning: Failed to read properties of 'httpd.service': Unit httpd.service has no state information.
```

Figura F.12

Tal y como en la instalación de MySQL, es necesario que se obtenga el estado “active (running)”, de lo contrario se debe solucionar la falla y después continuar con la instalación.

```
[root@srvutn2 ~]# chkconfig httpd on
Note: Forwarding request to 'systemctl enable httpd.service'.
Created symlink from /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/httpd.service to /usr/lib/systemd/system/httpd.service.
[root@srvutn2 ~]#
```

Figura F.13

Ahora, solo resta activar el inicio automático en caso de que el servidor sea reiniciado, para lo cual, se debe ingresar el comando: “chkconfig httpd on”, como se presenta en la figura F.13.

F.3. Instalación de PHP

A continuación, Moodle necesita la instalación de PHP para su despliegue, en este caso, se opta por utilizar la versión de PHP más actual, la versión 7.1.18; para instalar esta versión de PHP, se requiere actualizar el sistema; se utilizan comandos “rpm”, el primer comando permite instalar la librería “epel-release”, versión 7.11, tal como se muestra en la figura F.14.

```
[root@srvutn2 ~]# rpm -Uvh https://dl.fedoraproject.org/pub/epel/epel-release-latest-7.noarch.rpm
Retrieving https://dl.fedoraproject.org/pub/epel/epel-release-latest-7.noarch.rpm
warning: /var/tmp/rpm-tmp.yF65hz: Header V3 RSA/SHA256 Signature, key ID 352c64e5: NOKEY
Preparing...                               ##### [100%]
Updating / installing...
 1:epel-release-7-11                         ##### [100%]
[root@srvutn2 ~]#
```

Figura F.14

Mientras que el segundo comando se utiliza para actualizar el sistema con la instalación de la librería “webtatic-release”, así mismo versión 7.11, tal como se presenta en la figura F.15.

```
[root@srvutn2 ~]# rpm -Uvh https://mirror.webtatic.com/yum/el7/webtatic-release.rpm
Retrieving https://mirror.webtatic.com/yum/el7/webtatic-release.rpm
warning: /var/tmp/rpm-tmp.ER2PV2: Header V4 RSA/SHA1 Signature, key ID 62e74ca5: NOKEY
Preparing...                               ##### [100%]
Updating / installing...
 1:webtatic-release-7-3                       ##### [100%]
[root@srvutn2 ~]#
```

Figura F.15

Ahora, con el sistema actualizado ya es posible trabajar con el comando “yum”; de modo que, se realiza la instalación de PHP y todos sus componentes de manera sencilla. Primero se instalan los paquetes de menor tamaño para que el proceso se acelere, tal como se muestra en la figura F.16.

```
[root@srvutn2 ~]# yum install -y mod_php71w php71w-cli php71w-common php71w-gd php71w-mbstring php71w-mcrypt php71w-mysqlnd php71w-xml
```

Figura F.16

Se debe aprobar la descarga e instalación de los paquetes seleccionados, y, una vez que la instalación concluye, es recomendable verificar los paquetes que fueron instalados, tal como se presenta en la figura F.17.

```
Installed:
  mod_php71w.x86_64 0:7.1.18-1.w7           php71w-cli.x86_64 0:7.1.18-1.w7
  php71w-mbstring.x86_64 0:7.1.18-1.w7     php71w-mcrypt.x86_64 0:7.1.18-1.w7

Dependency Installed:
  libmcrypt.x86_64 0:2.5.8-13.el7

Complete!
```

Figura F.17

Instalados los paquetes de menor tamaño o más livianos, se procede a instalar los paquetes de mayor tamaño o más pesados; estos paquetes son 4, y, se inicia instalando el paquete “opcache”, tal como se muestra en la figura F.18.

```
[root@srvutn2 moodle]# yum install mod_php71w php71w-opcache
```

Figura F.18

Se debe aprobar la instalación y verificar que haya sido exitosa, como se ve en la figura F.19.

```
Installed:
  php71w-opcache.x86_64 0:7.1.18-1.w7
Complete!
```

Figura F.19

A continuación, se instala el paquete “intl”, para lo cual, es necesario ingresar el comando que se presenta en la figura F.20.

```
[root@srvutn2 moodle]# yum install mod_php71w php71w-intl
```

Figura F.20

De igual manera se verifica que la instalación haya sido exitosa, como se ve en la figura F.21.

```
Installed:
  php71w-intl.x86_64 0:7.1.18-1.w7
```

Figura F.21

Se prosigue con la instalación del paquete “xmlrpc”, para lo cual, se debe ingresar el comando que se muestra en la figura F.22.

```
[root@srvutn2 moodle]# yum install mod_php71w php71w-xmlrpc
```

Figura F.22

Se verifica que la instalación sea correcta, tal como se presenta en la figura F.23.

```
Installed:
  php71w-xmlrpc.x86_64 0:7.1.18-1.w7
```

Figura F.23

Ahora, es necesario instalar el paquete “soap”, como se ve en la figura F.24.

```
[root@srvutn2 moodle]# yum install mod_php71w php71w-soap
```

Figura F.24

Se verifica la instalación del paquete, como se presenta en la figura F.25.

```
Installed:
  php71w-soap.x86_64 0:7.1.18-1.w7
```

Figura F.25

Finalmente, es necesario verificar la versión de PHP que acaba de ser instalada en el servidor, para corroborar lo mencionado en el principio de la instalación; la figura F.26 muestra como verificar la versión de PHP.

```
[root@srvutn2 ~]# php -v
PHP 7.1.18 (cli) (built: Jun  2 2018 08:16:19) ( NTS )
Copyright (c) 1997-2018 The PHP Group
Zend Engine v3.1.0, Copyright (c) 1998-2018 Zend Technologies
[root@srvutn2 ~]#
```

Figura F.26

F.4. Instalación de Moodle

Con los requerimientos completos, se procede con la instalación del servidor Moodle; en este manual se utiliza Moodle 3.5.1+, que es la versión más actual del servicio en 2018. Para comenzar, se debe crear la base de datos en MySQL, para lo cual, es necesario ingresar una contraseña para que el usuario root pueda acceder a MySQL de forma segura. La figura F.27 muestra el comando requerido para la configuración.

```
[root@srvutn2 ~]# mysqladmin -u root password Fic@2020.
Warning: Using a password on the command line interface can be insecure.
[root@srvutn2 ~]#
```

Figura F.27

```
[root@srvutn2 ~]# mysql -u root -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 3
Server version: 5.6.40 MySQL Community Server (GPL)

Copyright (c) 2000, 2018, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql>
```

Figura F.28

```
mysql> CREATE DATABASE moodledb;
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)

mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON moodledb.* TO 'moodleuser'@'srvutn2' IDENTIFIED BY 'moodlepassword';
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> FLUSH PRIVILEGES;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> exit
Bye
[root@srvutn2 ~]#
```

Figura F.29

Una vez que se ejecuta el comando presentado en la figura F.27, ya es posible ingresar a MySQL como usuario root, para lo cual, se debe digitar el comando que se muestra en la figura F.28. Cuando se ingresa a MySQL, es hora de crear la base de datos que será utilizada por Moodle, para lo cual, es necesario ingresar los comandos que se presentan en la figura F.29.

Gracias a la configuración anterior, se cuenta con una base de datos de nombre “moodle”, y, a la que se puede ingresar con el usuario “moodleuser” y la contraseña “moodlepassword”.

Para instalar Moodle, primero se debe descargar el archivo de tipo tgz desde la página oficial de Moodle. Cuando se ha descargado el archivo es necesario descomprimirlo y posteriormente moverlo hacia el directorio “/var/www/html”, como se muestra en la figura F.30.

```
[root@srvutn2 src]# mv moodle /var/www/html/
```

Figura F.30

Una vez que la carpeta “moodle” se encuentra en el directorio mencionado, se debe cambiar el dueño del usuario, permitiendo que solamente ingrese el usuario root, como se ve en la figura F.31.

```
[root@srvutn2 html]# chown -R apache:apache /var/www/html/moodle/
[root@srvutn2 html]# █
```

Figura F.31

Cuando ya se ha configurado la restricción del dueño del directorio “moodle”, se deben crear 2 nuevos directorios; el primero se debe ubicar en la dirección “/var”, mientras que el segundo va dentro de esta nueva dirección, es decir, dentro de “/var/moodle”, como se muestra en la figura F.32.

```
[root@srvutn2 html]# mkdir /var/moodle
[root@srvutn2 html]# mkdir /var/moodle/moodledata
[root@srvutn2 html]# █
```

Figura F.32

Así mismo, es necesario cambiar la configuración de seguridad ante estos nuevos directorios, para que solo el usuario root pueda ingresar a estos, tal como se presenta en la figura F.33.

```
[root@srvutn2 html]# chown -R apache:apache /var/moodle/
[root@srvutn2 html]# chmod -R 755 /var/moodle/
[root@srvutn2 html]# █
```

Figura F.33

Ahora se debe crear el archivo de configuración de PHP, este archivo se debe ubicarlo dentro del directorio “/var/www/html/moodle”, y, debe tener el nombre “config.php”, tal como se presenta en la figura F.34.

```
[root@srvutn2 moodle]# cp config-dist.php config.php
[root@srvutn2 moodle]# ls
admin          blog           composer.json  draftfile.php
analytics      brokenfile.php composer.lock   enrol
auth          cache         config-dist.php error
availability   calendar     config.php     file.php
backup        cohort       CONTRIBUTING.txt files
badges        comment      COPYING.txt    filter
behat.yml.dist competency  course         githash.php
blocks        completion  dataformat     grade
[root@srvutn2 moodle]#
```

Figura F.34

Con este nuevo archivo listo, se debe utilizar el editor “vi” para configurarlo. La configuración de este archivo se basa en modificar ciertos datos en 3 secciones específicas del fichero; la primera sección es “DATABASE SETUP”, aquí se deben realizar cambios sobre los campos “dbtype”, “dbname”, “dbuser” y “dbpass”, tal como se muestra en la figura F.35.

```
$CFG->dbtype = 'mysqli'; // 'pgsql', 'mariadb', 'mysqli', 'sqlsrv' or
$CFG->dblibrary = 'native'; // 'native' only at the moment
$CFG->dbhost = 'localhost'; // eg 'localhost' or 'db.isp.com' or IP
$CFG->dbname = 'moodledb'; // database name, eg moodle
$CFG->dbuser = 'moodleuser'; // your database username
$CFG->dbpass = 'moodlepassword'; // your database password
$CFG->prefix = 'mdl_'; // prefix to use for all table names
$CFG->dboptions = array(
    'dbpersist' => false, // should persistent database connections be
```

Figura F.35

La siguiente sección es “WEB SITE LOCATION”, aquí se debe modificar al apartado “wwwroot”, tal como se presenta en la figura F.36. Los parámetros pueden variar de acuerdo con la configuración de cada servidor.

```
//=====
// 2. WEB SITE LOCATION
//=====
// Now you need to tell Moodle where it is located. Specify the full
// web address to where moodle has been installed. If your web site
// is accessible via multiple URLs then choose the most natural one
// that your students would use. Do not include a trailing slash
//
// If you need both intranet and Internet access please read
// http://docs.moodle.org/en/masquerading
$CFG->wwwroot = 'http://10.10.101.67/moodle';
```

Figura F.36

```
//=====
// 3. DATA FILES LOCATION
//=====
// Now you need a place where Moodle can save uploaded files. This
// directory should be readable AND WRITEABLE by the web server user
// (usually 'nobody' or 'apache'), but it should not be accessible
// directly via the web.
//
// - On hosting systems you might need to make sure that your "group" has
// no permissions at all, but that "others" have full permissions.
//
// - On Windows systems you might specify something like 'c:\moodledata'
$CFG->dataroot = '/var/moodle/moodledata';
```

Figura F.37

La tercera y última sección es “DATA FILES LOCATION”, aquí se debe modificar el directorio donde tomarán parte los archivos del servicio Moodle, tal como se ve en la figura F.37.

Con estos 3 cambios realizados, es necesario guardar la configuración y salir del editor. Se debe presionar la tecla [Esc] e ingresar el contenido que se presenta en la figura F.38.

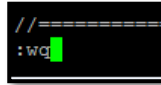


Figura F.38

Finalmente se debe presionar la tecla [Enter] y así queda modificado el archivo; para concluir con esta parte es necesario reiniciar el servicio HTTP, para lo cual, se debe ingresar el comando: “systemctl restart httpd.service”, tal como se muestra en la figura F.39.

```
[root@srvutn2 moodle]# systemctl restart httpd
```

Figura F.39

Y se debe verificar que el servicio continúe operando, como se presenta en la figura F.40.

```
[root@srvutn2 moodle]# systemctl status httpd
● httpd.service - The Apache HTTP Server
  Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/httpd.service; enabled;
  Active: active (running) since Mon 2018-07-16 01:25:51 -05; 5s
```

Figura F.40

Con esto finaliza la instalación a través de la CLI, ahora es necesario continuar con la instalación a través de un web browser, en este caso se utiliza Google Chrome. Como primer punto se debe ingresar a la dirección “http://10.10.101.67/moodle”. Con esto, se ingresa a través del navegador web, a la página de instalación del servicio Moodle, como se muestra en la figura F.41.



Figura F.41

Se despliega un mensaje que indica que se han leído las condiciones que exige la instalación de Moodle, clic en continuar y se prosigue con la instalación, como se presenta en la figura F.42.

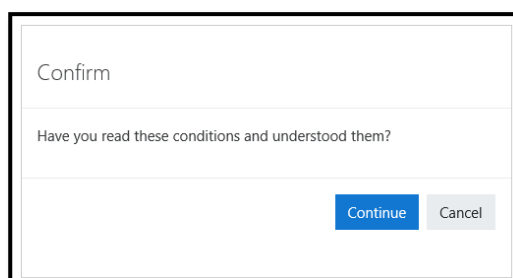


Figura F.42

La siguiente parte generalmente requiere un par de configuraciones extra, dependiendo de las condiciones en las que se encuentre el equipo en el que se está instalando el servicio Moodle; por lo tanto, aquí se listan todos los detalles que Moodle necesita para su instalación, y, si algún detalle o componente no existe, está obsoleto, dañado o mal configurado, es necesario solucionar todas las incidencias antes de continuar con la instalación.

En este proyecto, el único incidente que notifica el sistema es que existe un problema de compatibilidad del sistema de archivos de la base de datos, para solucionar esto, se debe ingresar nuevamente a la CLI y es necesario editar el fichero “/etc/my.cnf”. La figura F.43 muestra el contenido que se debe añadir en el fichero.

```
[client]
default-character-set = utf8mb4

[mysqld]
innodb_file_format = Barracuda
innodb_file_per_table = 1
innodb_large_prefix

character-set-server = utf8mb4
collation-server = utf8mb4_unicode_ci
"my.cnf" 47L, 1343C
```

Figura F.43

Finalmente, se debe reiniciar y verificar que el servicio MySQL se encuentre funcionando de manera correcta, tal como se presenta en la figura F.44.

```
[root@srvutn2 etc]# systemctl restart mysqld
[root@srvutn2 etc]# systemctl status mysqld
● mysqld.service - MySQL Community Server
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/mysqld.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Mon 2018-07-16 02:03:51 -05; 1min 45s ago
```

Figura F.44

En caso de que el sistema presente otros inconvenientes, es necesario solucionarlos y luego proseguir con la instalación de Moodle. En este caso, el anterior es el único incidente presente durante la instalación; es así como el sistema muestra el mensaje que se ve en la figura F.45, donde Moodle indica que el sistema ya cumple con los requerimientos mínimos. Se debe dar clic en continuar (continue) para instalar Moodle.

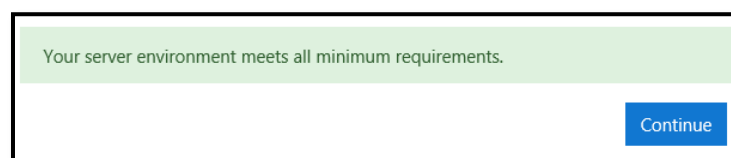


Figura F.45

Posteriormente, Moodle muestra una lista con todos los componentes que serán instalados, tal como se presenta en la figura F.46; se debe dar clic en continuar (continue).

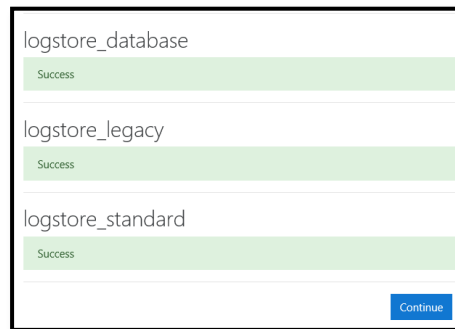


Figura F.46

Finalmente, se debe apreciar una pantalla donde Moodle muestra información referente a los datos de la instalación del servicio, como se presenta en la figura F.47.

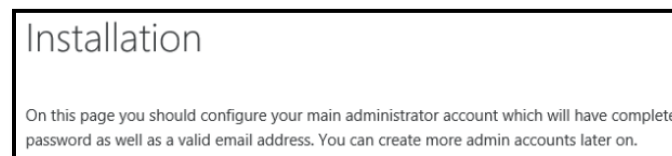


Figura F.47

La única sección que requiere obligadamente ser configurada es el apartado “GENERAL”; aquí se deben introducir los datos que se presentan en las figuras F.48 y F.49.

Figura F.48

Figura F.49

Cabe recalcar, que estos parámetros pueden cambiar de acuerdo con las preferencias de cada usuario. Finalmente, ya es posible utilizar el servicio Moodle, para lo cual, se debe ingresar a la página <http://10.10.101.67/moodle/>, tal como se muestra en la figura F.50.

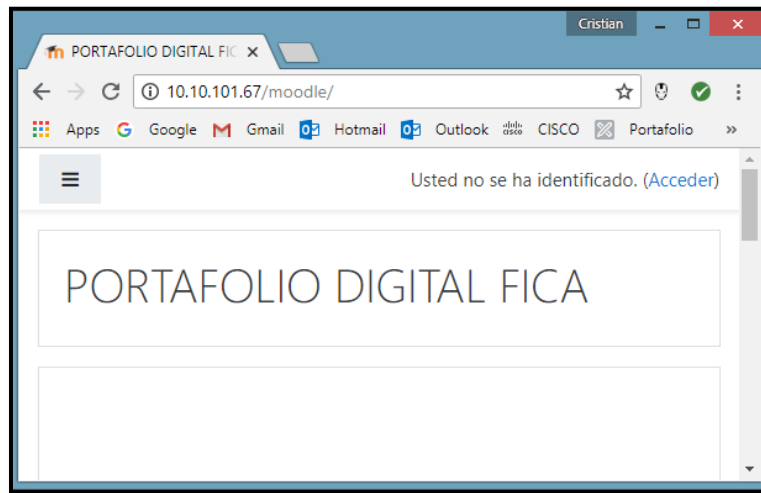


Figura F.50

F.5. Direccionamiento IP Público y Configuración del DNS

El acceso público hacia el servidor virtual Moodle se lo realiza a través de la dirección IPv4 pública: 201.159.222.66, y, a través de la dirección IPv6 global: 2800:68:1aa5:320::3. Sin embargo, en este proyecto no se trabaja con direcciones IP, sino con nombres de dominio o DNS.

Para obtener un nombre de dominio a nivel mundial de manera gratuita se emplea la plataforma Freenom; por lo tanto, se debe ingresar a la dirección my.freenom.com y crear una cuenta. Posteriormente, se tiene acceso a la página principal de Freenom (una vez creada la cuenta); dentro de esta página es necesario dirigirse a la sección servicios (services), tal como indica la figura F.51.

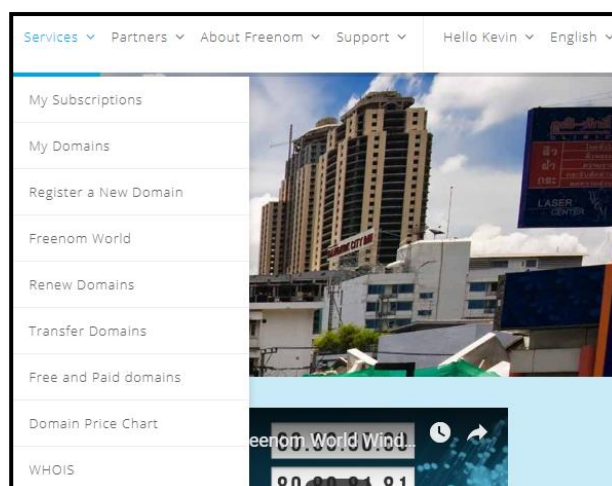


Figura F.51

En este proyecto se registran 2 nuevos dominios, el dominio ficamoodle4 asociado a la dirección IPv4 pública 201.159.222.66, y, el dominio ficamoodle asociado a la dirección IPv6 global 2800:68:1aa5:320::3; por lo tanto, se debe ingresar a la sección registrar un nuevo dominio (register a new domain), que se muestra en la figura F.51; una vez dentro de esta sección, la figura F.52 presenta la página que debe mostrarse.



Figura F.52

Lo primero, es digitar el nombre del dominio en el espacio que dice encuentre su nuevo dominio (find your new domain), que se muestra en la figura F.52; después, es necesario dar clic en el botón consultar disponibilidad (check availability) y Freenom determina las opciones que se encuentran disponibles para el dominio ingresado; se debe seleccionar una de las opciones disponibles y Freenom registra el dominio a nombre de la cuenta solicitante. En este proyecto se seleccionan las opciones ficamoodle4.tk para la dirección IPv4, y, ficamoodle.tk para la dirección IPv6. Ahora, es necesario ingresar a la sección mis dominios (my domains), que se muestra en la figura F.51; una vez dentro de esta sección, se pueden apreciar los dominios registrados, tal como se muestra en la figura F.53.

ficamoodle.tk ↗	07/09/2018	07/09/2019	ACTIVE	Free	Manage Domain ⚙
ficamoodle4.tk ↗	07/09/2018	07/09/2019	ACTIVE	Free	Manage Domain ⚙

Figura F.53

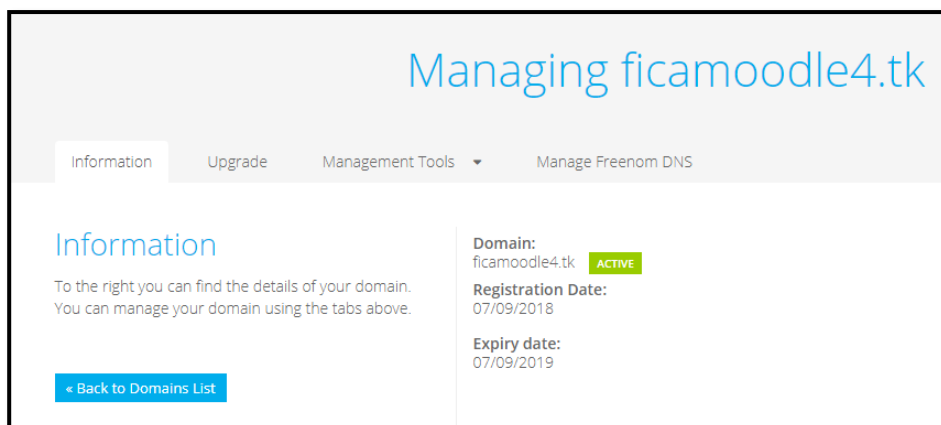


Figura F.54

Es necesario entrar a la sección gestionar dominio (manage domain) que se indica en la figura F.53, para configurar cada uno de los dominios registrados. Para el dominio ficamoodle4.tk se debe apreciar la ventana que se muestra en la figura F.54, en la cual, es necesario ingresar a la sección gestionar DNS de Freenom (manage Freenom DNS) para configurar el registro tipo A; de modo que, se debe configurar el registro tal como se indica en la figura F.55.

Name	Type	TTL	Target	
	A	300	201.159.222.66	Delete
www	A	300	201.159.222.66	Delete

[Save Changes](#)

Figura F.55

Una vez configurado el registro tipo A, es necesario dar clic en el botón guardar cambios (save changes) que se aprecia en la figura F.55; por lo tanto, las modificaciones se guardan y ya es posible acceder al servidor a través del nombre de dominio en lugar de utilizar la dirección IP; de modo que, para verificar el funcionamiento del DNS se debe digitar: `http://ficamoodle4.tk/moodle/` para acceder al servidor a través de un navegador web.

El mismo procedimiento es requerido para configurar el dominio ficamoodle.tk; por lo tanto, es necesario entrar a la sección gestionar dominio (manage domain) que se indica en la figura F.53, para configurar el dominio.

Managing ficamoodle.tk

Information Upgrade Management Tools Manage Freenom DNS

Information

To the right you can find the details of your domain. You can manage your domain using the tabs above.

[← Back to Domains List](#)

Domain: ficamoodle.tk **ACTIVE**

Registration Date: 07/09/2018

Expiry date: 07/09/2019

Figura F.56

Se debe apreciar la ventana que presenta la figura F.56, en la cual, es necesario ingresar a la sección gestionar DNS de Freenom (manage Freenom DNS) para configurar el registro tipo AAAA; de modo que, se debe configurar el registro tal como se muestra en la figura F.57.

Name	Type	TTL	Target	
	AAAA	300	2800:68:1aa5:320:3	Delete
www	AAAA	300	2800:68:1aa5:320:3	Delete

[Save Changes](#)

Figura F.57

Una vez configurado el registro tipo AAAA, es necesario dar clic en el botón guardar cambios (save changes) que se aprecia en la figura F.57; por lo tanto, las modificaciones se guardan y ya es posible acceder al servidor a través del nombre de dominio en lugar de utilizar la dirección IP; de modo que, para verificar el funcionamiento del DNS se debe digitar: `http://ficamoodle.tk/moodle/` para acceder al servidor a través de un navegador web.

F.6. Redireccionamiento de Directorio y de HTTP a HTTPS

En la sección anterior se configura el DNS para acceder al servidor a través de `http://ficamoodle4.tk/moodle/` para IPv4, y, a través de `http://ficamoodle.tk/moodle/` para IPv6. Sin embargo, se está utilizando un protocolo no seguro, que es HTTP, ya que se está utilizando el puerto 80, para acceder al servidor; por lo tanto, es necesario configurar el protocolo seguro HTTPS que trabaja por el puerto 443. Para configurar el protocolo HTTPS, primero se deben instalar 2 paquetes; para instalar el primer paquete se debe ingresar el comando que se muestra en la figura F.58.

```
[root@srvutn2 ~]# yum -y install mod_ssl
```

Figura F.58

Para instalar el segundo paquete es necesario digitar el comando que se ve en la figura F.59.

```
[root@srvutn2 ~]# yum -y install openssl
```

Figura F.59

Con estos paquetes instalados, ya es posible acceder al servidor virtual Moodle a través de: `https://ficamoodle4.tk/moodle/` (para IPv4), y, a través de: `https://ficamoodle.tk/moodle/` (para IPv6).

Sin embargo, para que el protocolo HTTPS funcione, es necesario declarar el protocolo dentro de la URL de acceso hacia el servidor, y, esto no es recomendable; por lo tanto, se debe configurar un redireccionamiento automático, para que sin necesidad de declarar el protocolo HTTPS en la URL, el servidor redirija todas las solicitudes al puerto 443.

Primero se configura el redireccionamiento para el dominio IPv6; por lo tanto, se debe crear el fichero que se indica en la figura F.60, el cual, es un archivo que va a contener la configuración que el servidor Apache necesita para redireccionar todo el tráfico hacia el puerto 443.

```
[root@srvutn2 ~]# vim /etc/httpd/conf.d/non-ssl.conf
```

Figura F.60

Dentro del fichero, es necesario añadir el contenido que se muestra en la figura F.61, que es la configuración de un <virtual host>, que funciona escuchando todas las solicitudes que llegan al puerto 80 del servidor, para posteriormente, redireccionarlas al puerto seguro. Este fichero funciona para el dominio ficamoodle.tk (IPv6).

```
<VirtualHost *:80>
RewriteEngine On
#RewriteCond %{SERVER_NAME} =ficamoodle.tk
ServerName ficamoodle.tk
RewriteRule ^ https://%{SERVER_NAME}%{REQUEST_URI} [END,NE,R=permanent]
RedirectMatch ^/$ /moodle/
</VirtualHost>
```

Figura F.61

Con este nuevo fichero, el redireccionamiento se ha configurado correctamente. Ahora, se debe realizar el mismo procedimiento para el dominio ficamoodle4.tk (IPv4); de modo que, se debe crear otro fichero que contenga la configuración que el servidor Apache necesita para redireccionar todo el tráfico hacia el puerto 443, tal como se muestra en la figura F.62.

```
[root@srvutn2 ~]# vim /etc/httpd/conf.d/non4-ssl.conf
```

Figura F.62

Y, dentro de este fichero, es necesario agregar la misma configuración que en el fichero para el dominio IPv6, con la única diferencia que esta vez se aplica para el dominio IPv4 ficamoodle4.tk, tal como se presenta en la figura F.63.

```
<VirtualHost *:80>
RewriteEngine On
ServerName ficamoodle4.tk
RewriteRule ^ https://%{SERVER_NAME}%{REQUEST_URI} [END,NE,R=permanent]
RedirectMatch ^/$ /moodle/
</VirtualHost>
```

Figura F.63

Finalmente, es necesario reiniciar el servidor Apache, tal como se muestra en la figura F.64.

```
[root@srvutn2 ~]# systemctl restart httpd.service
```

Figura F.64

Con la configuración realizada, el redireccionamiento de HTTP a HTTPS se encuentra configurado correctamente; asimismo, dentro del contenido que se configuró en las figuras F.61 y F.63 se agregó una línea denominada “RedirectMatch”, a través de la cual, el servidor también realiza un redireccionamiento de directorio. Por lo tanto, ya es posible acceder al servidor virtual Moodle a través de: ficamoodle4.tk (para IPv4), y, a través de: ficamoodle.tk (para IPv6).

F.7. Configuración de Acceso para los Dominios IPv4 e IPv6

Para que el servicio Moodle sea accesible a través del dominio IPv4 e IPv6, es necesario realizar una modificación del fichero que se muestra en la figura F.65.

```
[root@srvutn2 ~]# vim /var/www/html/moodle/config.php
```

Figura F.65

De modo que, se debe modificar el fichero tal como se presenta en la figura F.66.

```
$CFG->wwwroot = "https://".$_SERVER["SERVER_NAME"]."/moodle";
```

Figura F.66

Con esta modificación, ya es posible acceder al servicio Moodle a través de cualquier dominio, tanto desde el dominio IPv6 como desde el IPv4.

F.8. Instalación del Certificado Otorgado por Let’s Encrypt

Para instalar un certificado otorgado por la entidad certificadora Let’s Encrypt, se debe instalar la aplicación certbot, para lo cual, primero se requiere la librería “epel”, tal como se muestra en la figura F.67.

```
[root@srvutn2 ~]# yum install -y epel-release
```

Figura F.67

Con la librería instalada, se procede a instalar certbot, como se presenta en la figura F.68.

```
[root@srvutn2 ~]# yum install -y certbot
```

Figura F.68

Finalmente, se debe instalar el complemento de certbot requerido por Apache, para lo cual, primero es necesario buscar el fichero, tal como se muestra en la figura F.69.

```
[root@srvutn2 ~]# yum search certbot
```

Figura F.69

Se debe localizar el fichero y posteriormente, instalarlo; la figura F.70 muestra como instalar el complemento de certbot.

```
[root@srvutn2 ~]# yum install -y python2-certbot-apache
```

Figura F.70

Con el complemento instalado, ya es posible solicitar un nuevo certificado; en este caso se empieza obteniendo un certificado para el dominio ficamoodle.tk (IPv6), tal como se presenta en la figura F.71.

```
[root@srvutn2 ~]# certbot --apache -d ficamoodle.tk
```

Figura F.71

Después de ejecutar el comando que se muestra en la figura F.71, la aplicación solicita cierta información; por lo tanto, se debe realizar el siguiente procedimiento para ingresar adecuadamente la información: primero, se debe ingresar un correo personal, para que Let's Encrypt pueda emitir notificaciones acerca de eventos importantes, como una renovación del certificado, por ejemplo; segundo, se debe ingresar [A], para indicar que se está de acuerdo con los términos de uso de certbot; tercero, se debe ingresar [n], para que el correo personal ingresado se mantenga privado; cuarto, se debe ingresar [1], para indicarle a la aplicación cual es el archivo de configuración base; quinto, se debe ingresar [2], para elegir solamente el protocolo HTTPS y descartar el HTTP.

Con esto, el certificado queda activo; por lo tanto, se debe repetir el procedimiento de la figura F.71 reemplazando ficamoodle.tk por ficamoodle4.tk, para instalar y activar un nuevo certificado asociado al dominio IPv4. De modo que, ya es posible acceder al servidor virtual Moodle a través de: ficamoodle4.tk (para IPv4), y, a través de: ficamoodle.tk (para IPv6), de forma segura y con un redireccionamiento de directorio y de puerto 443.

Para verificar que toda la configuración funciona correctamente, a través de un navegador web se debe ingresar el dominio IPv4 del servidor virtual Moodle, como se muestra en la figura F.72.

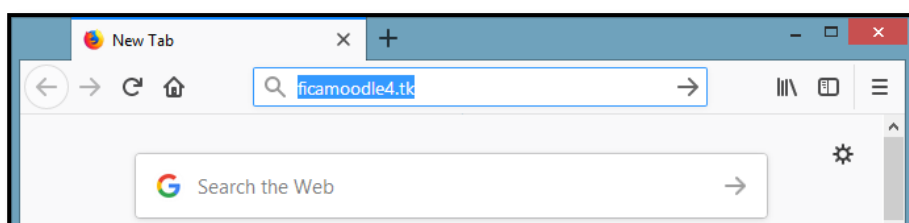


Figura F.72

Y automáticamente el servidor debe mostrar la página principal del servicio Moodle, tal como se presenta en la figura F.73.

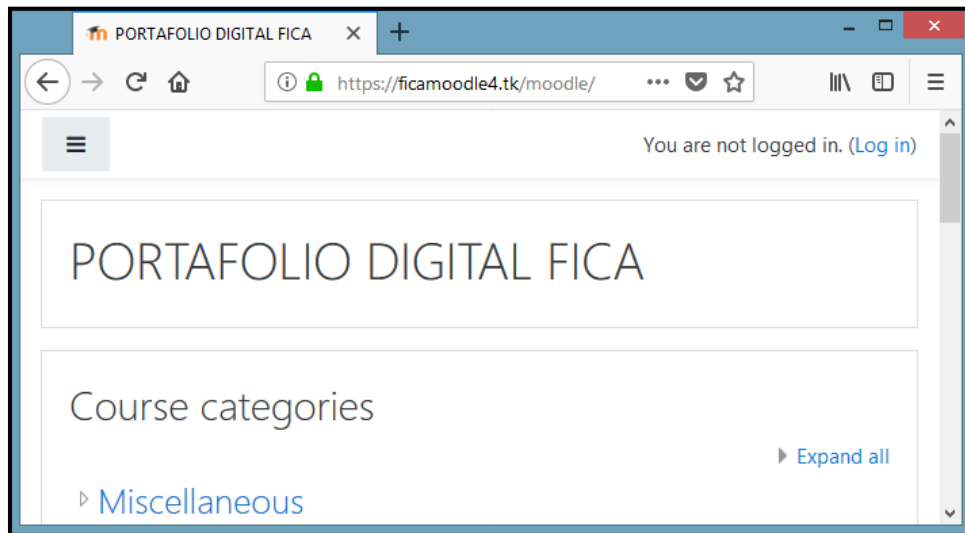


Figura F.73

Finalmente, para verificar que toda la configuración IPv6 funciona correctamente, a través de un navegador web se debe ingresar el dominio ficamoodle.tk del servidor virtual Moodle, como se muestra en la figura F.74.

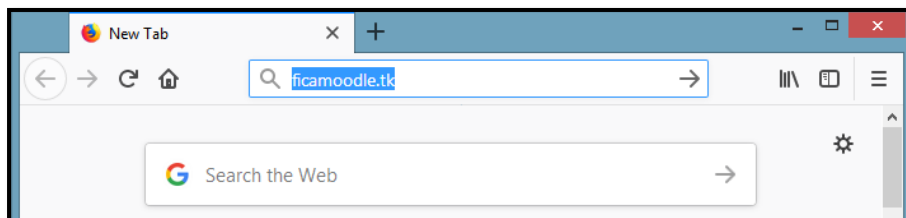


Figura F.74

Y automáticamente el servidor debe mostrar la página principal del servicio Moodle, tal como se presenta en la figura F.75.

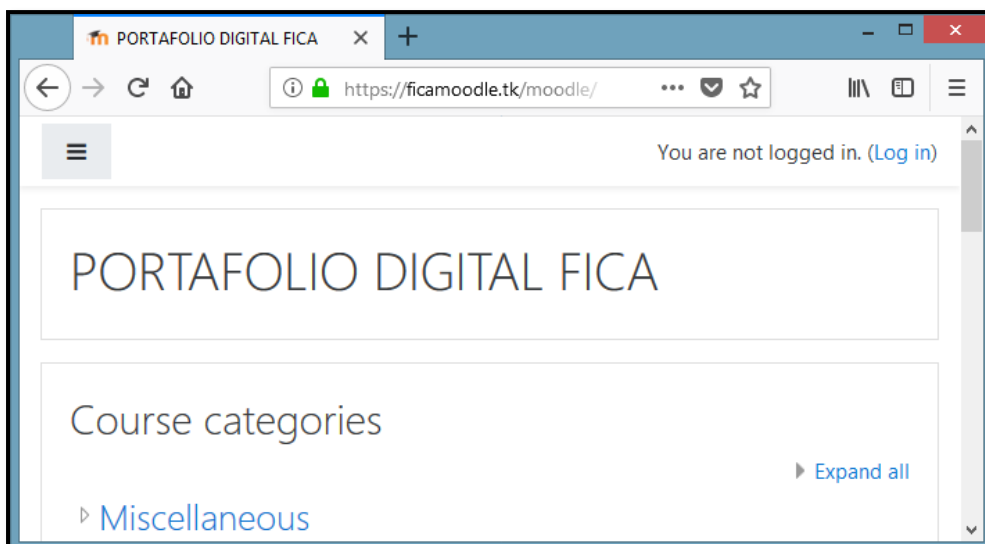


Figura F.75

F.9. Renovación Automática del Certificado

Cabe recalcar que los certificados otorgados por Let's Encrypt tienen una duración de 90 días; cuando este tiempo ha transcurrido el certificado caduca, y, es necesario renovarlo, proceso que es similar a la creación del certificado. Para no preocuparse por esto, la mejor opción es configurar un proceso automático que renueve el certificado diariamente, así, no habrá un día en que caduque el certificado.

Se debe utilizar el cron para crear una nueva orden que ejecute automáticamente la renovación del certificado, tal como se muestra en la figura F.76.

```
[root@srvutn2 ~]# crontab -e
```

Figura F.76

Dentro del cron, es necesario añadir el contenido que se presenta en la figura F.77.

```
Renew SSL Certs Daily  
0 0 * * * /usr/bin/certbot renew &>/var/log/certbot.cronlog
```

Figura F.77

La segunda línea de la figura F.77 es la orden que ejecuta automáticamente la renovación del certificado asociado a los dominios ficamoodle4.tk y ficamoodle.tk. Con esta configuración, el sistema ejecuta diariamente la renovación de los certificados.

ANEXO G: MANUAL DE USUARIO DE OPINA

G.1. Creación del Encuestador

Para crear un encuestador es necesario ingresar a Opina a través de la cuenta de administración, tal como se muestra en la figura G.1.

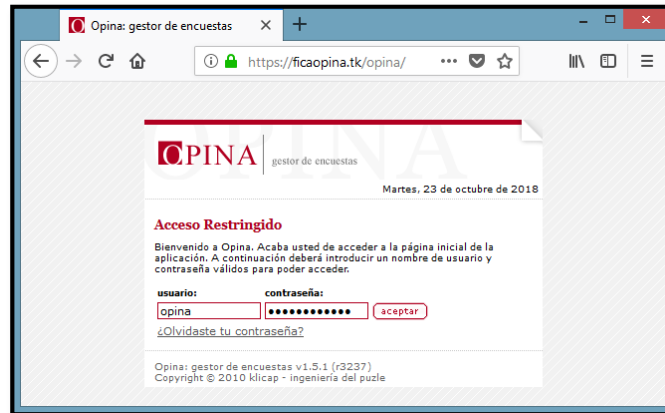


Figura G.1

Posteriormente, es necesario dirigirse a la sección opciones, y seleccionar la opción nuevo encuestador, tal como se muestra en la figura G.2.

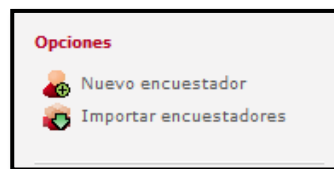


Figura G.2

En este caso se crea un usuario encuestador llamado Usuario Encuestador, para lo cual, se debe ingresar la información del usuario tal como se presenta en la figura G.3.

Figura G.3

Posteriormente, se debe verificar el nuevo usuario, tal como se muestra en la figura G.4.

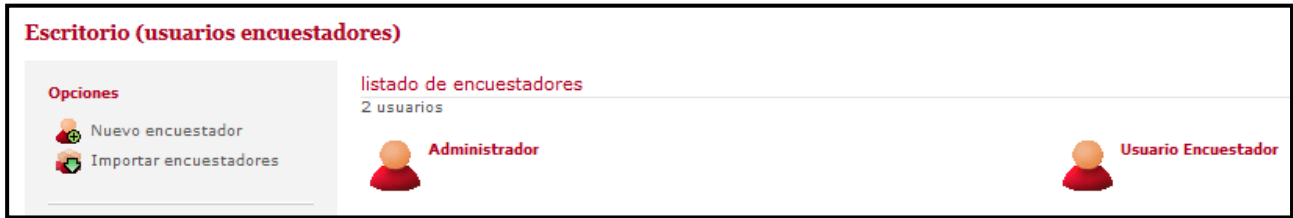


Figura G.4

Con el encuestador establecido ya es posible crear encuestas. Cabe recalcar, que el usuario administrador no es capaz de crear, ni modificar, ni eliminar encuestas; de modo que, es un requerimiento crear un usuario encuestador.

G.2. Creación de Encuestas

Para crear una encuesta es necesario acceder al servidor Opina a través de la cuenta del encuestador, tal como se presenta en la figura G.5.

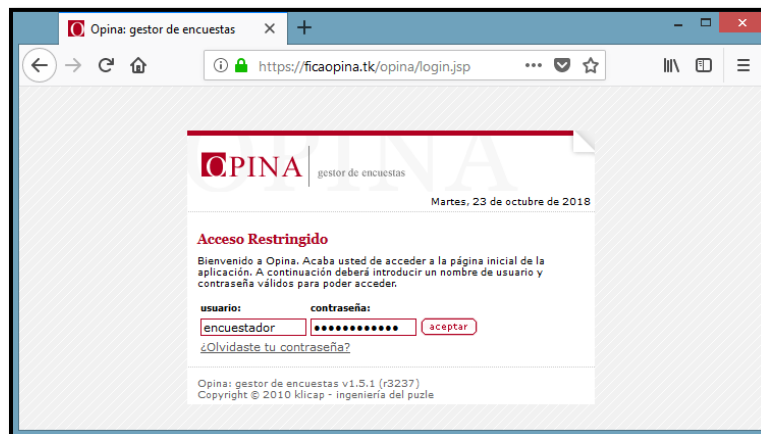


Figura G.5

Ahora, es necesario dirigirse a la sección opciones y seleccionar la opción crear cuestionario, tal como se muestra en la figura G.6.

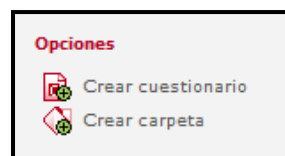


Figura G.6

El primer dato que Opina solicita, es ingresar un nombre para el cuestionario; en este caso, se crea el cuestionario Medio Ambiente, tal como se presenta en la figura G.7.

 The screenshot shows a form field with the label "Título (requerido)". The text "Medio Ambiente" is entered into the input field.

Figura G.7

Después, se deben agregar 5 campos de información para crear la encuesta; el primer campo es una descripción de la encuesta; el segundo campo es la cabecera de la encuesta; el tercer campo es el pie de la encuesta; el cuarto campo es un mensaje de bienvenida para la encuesta, y, el quinto campo, es un mensaje de despedida para la encuesta.

En este caso, se llena la descripción de la encuesta tal como se muestra en la figura G.8.

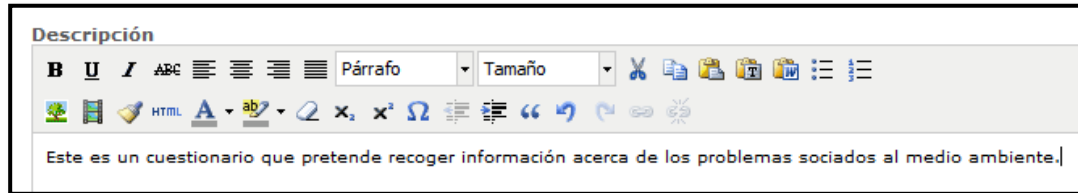


Figura G.8

La cabecera de la encuesta se llena tal como se indica en la figura G.9.

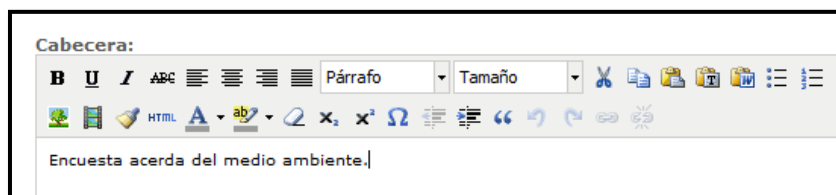


Figura G.9

En el pie de la encuesta se puede agregar información como la fecha, por ejemplo; tal como se muestra en la figura G.10.

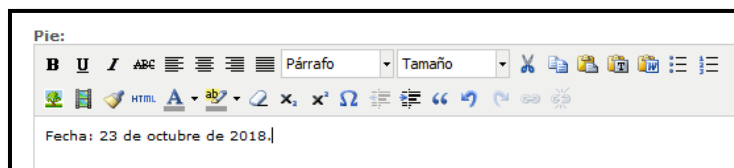


Figura G.10

Como texto de bienvenida se puede agregar un saludo, por ejemplo; en este caso se agrega el contenido que se presenta en la figura G.11.

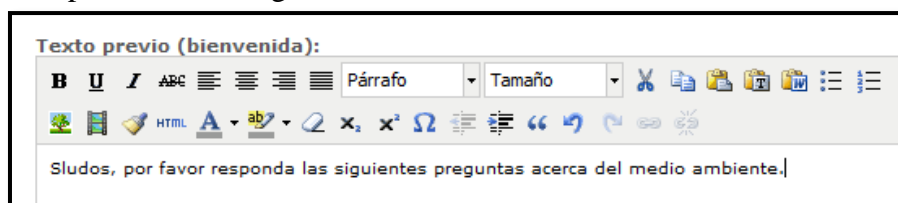


Figura G.11

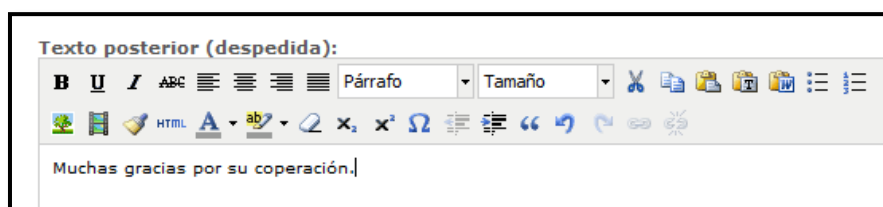


Figura G.12

Finalmente, como despedida se agrega un mensaje de agradecimiento por la colaboración al llenar la encuesta, tal como se presenta en la figura G.12. Para crear el cuestionario solo resta dar clic en el botón crear cuestionario y la encuesta se configura correctamente, tal como se muestra en la figura G.13.

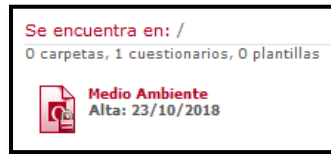


Figura G.13

Para concluir con la creación del cuestionario, es necesario ingresar en este y dirigirse a la sección opciones, en donde, se debe dar clic en la opción activar cuestionario, tal como se muestra en la figura G.14.

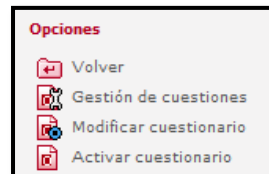


Figura G.14

G.3. Creación de un Grupo de Usuarios

Para añadir usuarios al gestor de encuestas Opina, es necesario dirigirse a la pestaña de usuarios, tal como se presenta en la figura G.15.



Figura G.15

Posteriormente, es necesario dirigirse a la sección de opciones, y, seleccionar la opción crear grupo, tal como se muestra en la figura G.16.

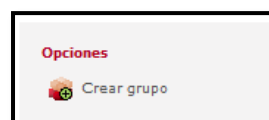


Figura G.16

Se requiere ingresar un nombre para el grupo, en este caso se crea el grupo denominado estudiantes, tal como se presenta en la figura G.17.

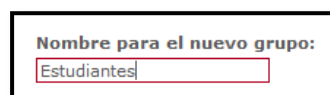


Figura G.17

Es necesario dar clic en aceptar para que el grupo sea creado. Luego, se debe verificar la creación del grupo, tal como se muestra en la figura G.18.

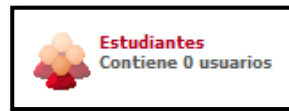


Figura G.18

G.4. Añadir Usuarios al Grupo

Para agregar usuarios al nuevo grupo, es necesario ingresar en el grupo creado, y dirigirse a la sección opciones, y, seleccionar la opción nuevo usuario, tal como se presenta en la figura G.19.



Figura G.19

Posteriormente, Opina solicita que se ingrese la información perteneciente al nuevo usuario, en este caso, se agrega el usuario Estudiante1 Usuario1, tal como se muestra en la figura G.20.

 A screenshot of a user creation form. At the top, it says "Se encuentra en: /Estudiantes" and "0 usuarios". Below are several input fields: "Nombre" with "Estudiante1", "Apellidos" with "Usuario1", "DNI" with "10030002", "E-mail" with "estudiante1@usuario1.com", "Teléfono fijo" with "2654321", and "Teléfono móvil" with "098732165". A red "Aceptar" button is in the bottom right corner.

Figura G.20

Se debe dar clic en el botón aceptar para que el usuario sea creado; después, es necesario verificar que la creación del usuario fue exitosa, como se presenta en la figura G.21.

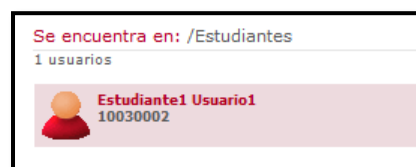


Figura G.21

Finalmente, se debe verificar que el usuario aparezca dentro del grupo en el que fue creado, tal como se muestra en la figura G.22.



Figura G.22

G.5. Añadir Preguntas a la Encuesta

Para añadir preguntas a la encuesta creada, es necesario ingresar en la encuesta y dirigirse a la sección opciones, en donde se debe seleccionar la opción gestión de cuestiones, tal como se presenta en la figura G.23.

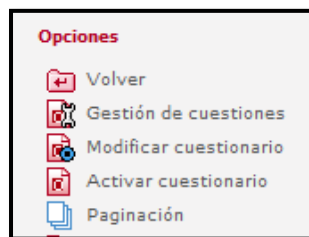


Figura G.23

Posteriormente, es necesario dirigirse a la sección de opciones y seleccionar la opción nueva cuestión, tal como se muestra en la figura G.24.

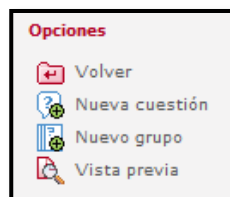


Figura G.24

Opina solicita ingresar un enunciado para la cuestión o pregunta, en este caso, se agrega la pregunta ¿cuál es el principal problema del medio ambiente?, como se presenta en la figura G.25.

 A screenshot of a text input field. The label 'Enunciado:' is at the top left. The text inside the field is '¿Cuál es el principal problema del medio ambiente?'. The field has a red border and a small red icon in the bottom right corner.

Figura G.25

Se debe configurar las opciones para la respuesta, en este caso, se agregan cuatro posibles opciones, tal como se muestra en la figura G.26.

Opciones:

-
-
-
-

Figura G.26

Finalmente, es necesario dar clic en aceptar para que la pregunta se guarde dentro del cuestionario, posteriormente, se debe verificar que la cuestión se encuentra correctamente configurada, tal como se presenta en la figura G.27.

El cuestionario se encuentra en: /
Listado de cuestiones

1 ¿Cuál es el principal problema del medio ambiente?

Colocar: Ir

Figura G.27

G.6. Publicación de la Encuesta

Con la encuesta configurada, lo que resta es publicarla para que los usuarios puedan realizarla; por lo tanto, es necesario ingresar al cuestionario y dirigirse a la sección detalles del cuestionario, y, copiar la URL del cuestionario, tal como se muestra en la figura G.28.

URL
<https://ficaopina.tk/opina/c/2>

Figura G.28

Con la URL es posible realizar la encuesta a través de un navegador web. La figura G.29 presenta la página de bienvenida de la encuesta.

OPINA gestor de encuestas

Martes, 23 de octubre de 2018

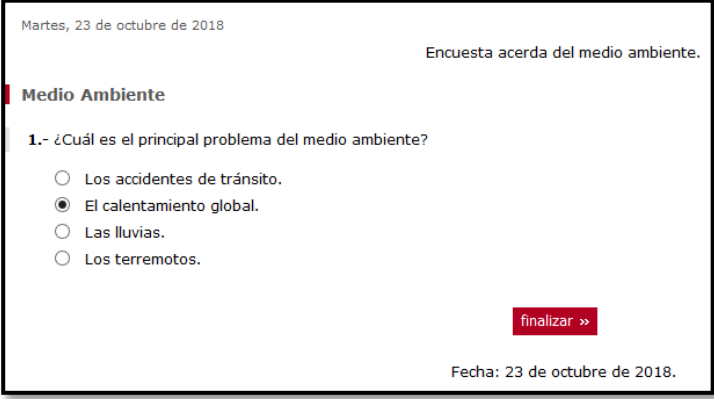
Medio Ambiente

Sludos, por favor responda las siguientes preguntas acerca del medio ambiente.
Este es un cuestionario que pretende recoger información acerca de los problemas asociados al medio ambiente.

Opina: gestor de encuestas v1.5.1
Copyright © 2010 klicap - ingeniería del puzle

Figura G.29

Se debe dar clic en siguiente para realizar la encuesta, tal como se muestra en la figura G.30.



Martes, 23 de octubre de 2018

Encuesta acerca del medio ambiente.

Medio Ambiente

1.- ¿Cuál es el principal problema del medio ambiente?

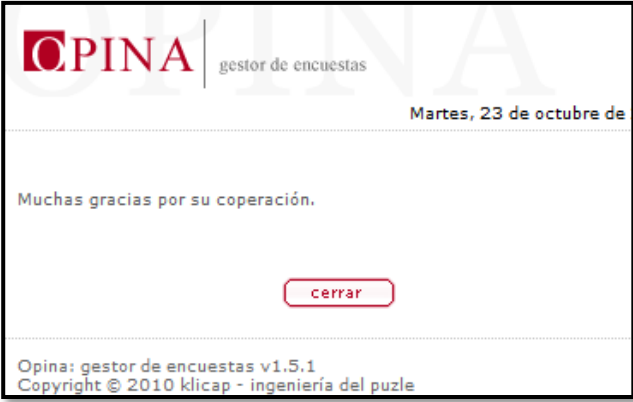
- Los accidentes de tránsito.
- El calentamiento global.
- Las lluvias.
- Los terremotos.

[finalizar >>](#)

Fecha: 23 de octubre de 2018.

Figura G.30

Finalmente, cuando se ha realizado la encuesta se debe dar clic en finalizar para terminar el proceso; luego, Opina muestra el mensaje de despedida configurado, como se ve en la figura G.31.



OPINA | gestor de encuestas

Martes, 23 de octubre de

Muchas gracias por su cooperación.

[cerrar](#)

Opina: gestor de encuestas v1.5.1
Copyright © 2010 klicap - ingeniería del puzle

Figura G.31

ANEXO H: MANUAL DE USUARIO DE MOODLE

H.1. Crear una Categoría

Para crear una categoría, es necesario ingresar al servidor Moodle a través de la cuenta de administración, tal como se muestra en la figura H.1.

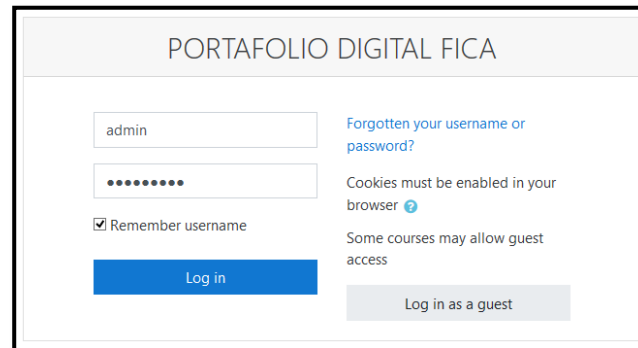


Figura H.1

Una vez dentro de la cuenta, es necesario dirigirse a la sección administración del sitio, que se encuentra en la parte izquierda de la pantalla, tal como se presenta en la figura H.2.

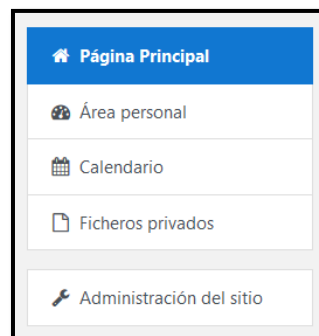


Figura H.2

Posteriormente, es necesario dirigirse a la sección cursos, donde se debe seleccionar la opción añadir una categoría, tal como se muestra en la figura H.3.

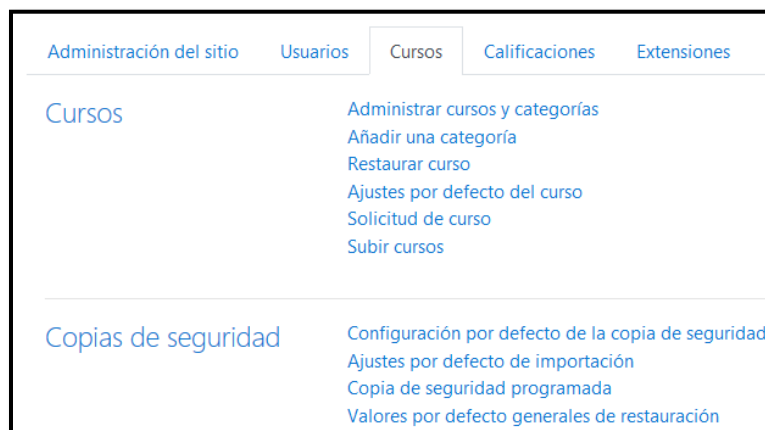


Figura H.3

Moodle solicita como mínimo ingresar un nombre para la nueva categoría, en este caso, se le asigna el nombre estudiantes UTN, tal como se presenta en la figura H.4.

Figura H.4

Luego, se debe dar clic en el botón crear categoría para finalizar el proceso; es necesario verificar que la categoría se ha creado exitosamente, tal como se muestra en la figura H.5.

Figura H.5

H.2. Crear un Curso

Para crear un curso, se debe seleccionar la nueva categoría, en este caso, estudiantes UTN; posteriormente, es necesario dirigirse al lado derecho de la pantalla que se muestra en la figura H.5, y, seleccionar la opción crear nuevo curso, tal como se presenta en la figura H.6.

Figura H.6

Figura H.7

Posteriormente, Moodle solicita que se ingresen como mínimo dos datos, que son: el nombre completo del curso y el nombre corto del curso, tal como se muestra en la figura H.7. Para concluir, es necesario dar clic en el botón guardar cambios y mostrar, con lo cual, se debe presentar la pantalla que se muestra en la figura H.8.



Figura H.8

Así, el curso ha sido creado correctamente.

H.3. Creación de un Cuestionario

Para crear un cuestionario en el nuevo curso, en este caso, en el curso estudiantes FICA, es necesario ingresar en el curso, y, dirigirse a la sección que se presenta en el lado izquierdo de la pantalla, donde, se debe seleccionar la opción que muestra el nombre corto del curso, tal como se observa en la figura H.9.



Figura H.9

Dentro de esta sección, se debe dar clic en el símbolo de configuración, y, seleccionar la opción activar edición, tal como se muestra en la figura H.10.

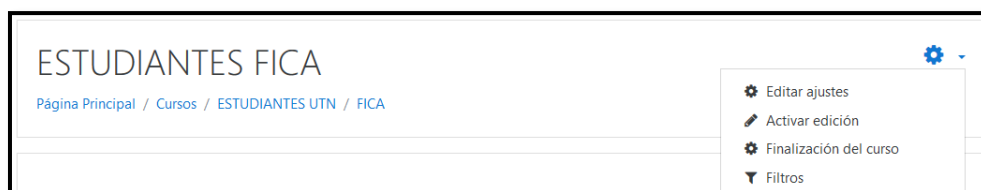


Figura H.10

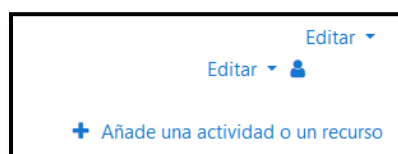


Figura H.11

Una vez habilitada la edición, se debe dar clic en la opción añade una actividad o un recurso, tal como se muestra en la figura H.11; se debe presentar la pantalla que se muestra en la figura H.12.

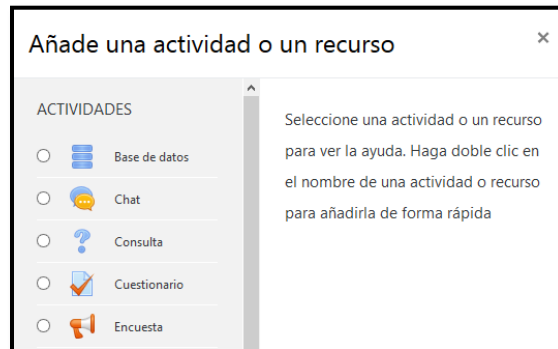


Figura H.12

Es necesario seleccionar la opción cuestionario y dar clic en agregar, como en la figura H.13.

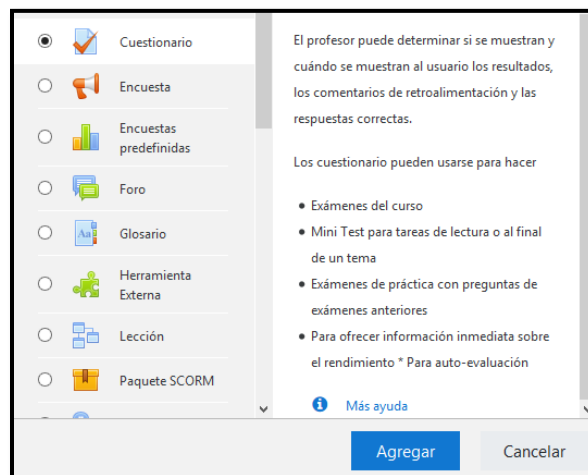


Figura H.13

Posteriormente, Moodle solicita como mínimo ingresar un nombre para el nuevo cuestionario, por lo tanto, se ingresa el nombre medio ambiente, tal como se presenta en la figura H.14.

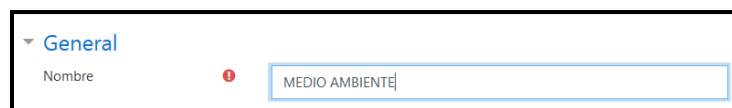


Figura H.14

Es necesario dar clic en el botón guardar cambios y mostrar, con lo que el cuestionario se crea y ahora se deben añadir las preguntas respectivas, para lo cual, es necesario dar clic en el botón editar cuestionario, tal como se muestra en la figura H.15.

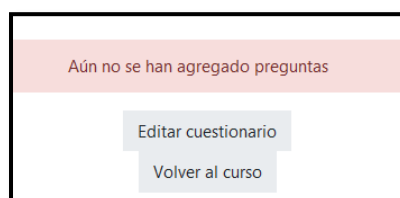


Figura H.15

Para añadir una pregunta en el cuestionario, se debe ir a la opción agregar, y, seleccionar + una nueva pregunta, tal como se presenta en la figura H.16.

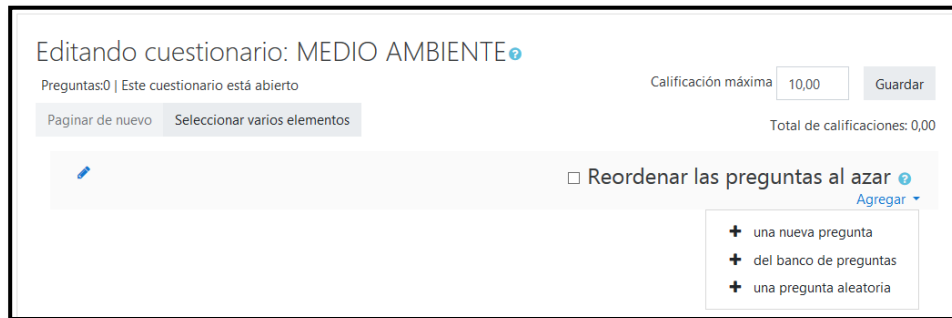


Figura H.16

Luego, Moodle solicita que se le indique el tipo de pregunta, en este caso se selecciona opción múltiple, tal como se muestra en la figura H.17. Para continuar se debe dar clic en agregar.

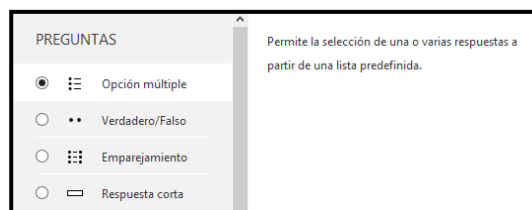


Figura H.17

Moodle solicita ingresar un nombre para la pregunta y el enunciado de esta, para lo cual, se debe ingresar la información tal como se presenta en la figura H.18.

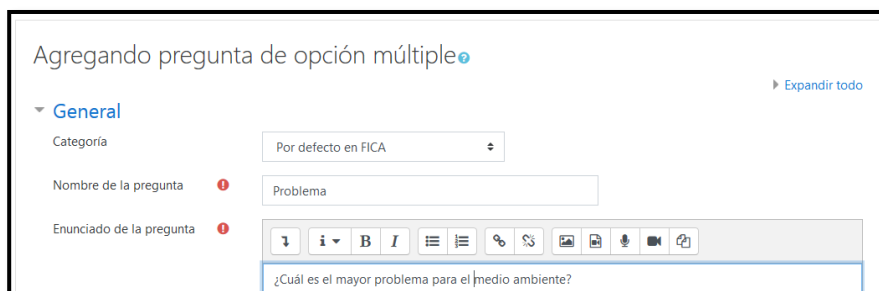


Figura H.18

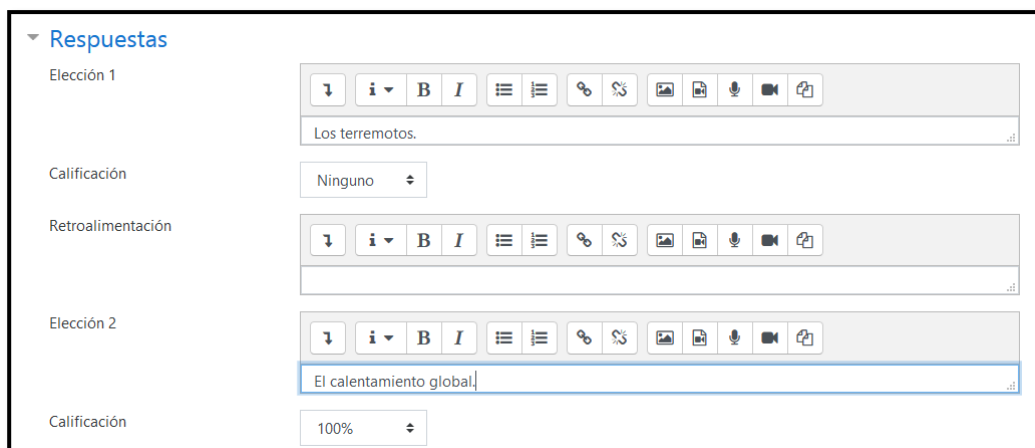


Figura H.19

A continuación, se deben configurar las opciones de respuesta, en este caso, se configuran dos posibles respuestas, tal como se muestra en la figura H.19. Para finalizar la edición es necesario dar clic en guardar cambios, y, se debe verificar que la pregunta haya sido agregada correctamente, tal como se presenta en la figura H.20.

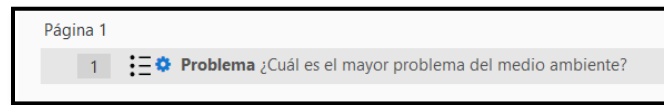


Figura H.20

H.4. Añadir Usuarios

Para agregar un usuario, es necesario ingresar a la administración del sitio, tal como se muestra en la figura H.2. Posteriormente, se debe seleccionar la pestaña usuarios, y, dentro del apartado cuentas, dar clic en agregar un usuario, tal como se muestra en la figura H.21.

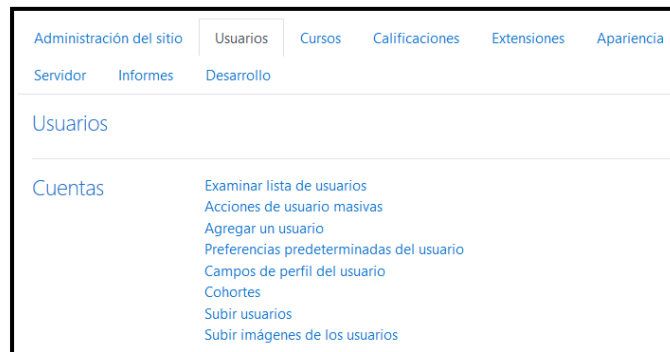


Figura H.21

Moodle solicita ingresar la información perteneciente al nuevo usuario, para lo cual, se deben llenar los campos tal como se presenta en la figura H.22.

 A screenshot of the Moodle user creation form. The 'General' section is expanded. It contains the following fields and options:

- 'Nombre de usuario': A text input field containing 'usuarioUTN'.
- 'Escoger un método de identificación': A dropdown menu with 'Cuentas manuales' selected.
- Two checkboxes: 'Cuenta de usuario suspendida' (unchecked) and 'Generar contraseña y notificar al usuario' (unchecked).
- 'Nueva contraseña': A text input field with masked characters (dots) and a toggle for visibility. Below it is a note: 'La contraseña debería tener al menos 8 caracter(es), al menos 1 dígito(s), al menos 1 minúscula(s), al menos 1 mayúscula(s), al menos 1 caracter(es) no alfanuméricos como *,-, o #'. Below the note is another checkbox: 'Forzar cambio de contraseña' (unchecked).
- 'Nombre': A text input field containing 'Usuario'.
- 'Apellido(s)': A text input field containing 'Utn'.
- 'Dirección de correo': A text input field containing 'usuario@utn.com'.

Figura H.22

Finalmente, es necesario dar clic en el botón crear usuario, con lo cual, la cuenta del usuario se activa, y, ya es posible matricular al usuario en el curso.

H.5. Matricular Usuarios en el Curso

Es necesario ingresar a la sección participantes, que se muestra en la figura H.9. Posteriormente, es necesario dar clic en matricular usuarios, tal como se ve en la figura H.23.

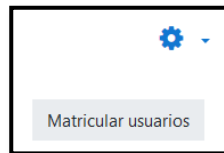


Figura H.23

En el cuadro de selección se debe ingresar: “Utn” para buscar el usuario recién creado, y, se debe seleccionar el usuario, tal como se presenta en la figura H.24.

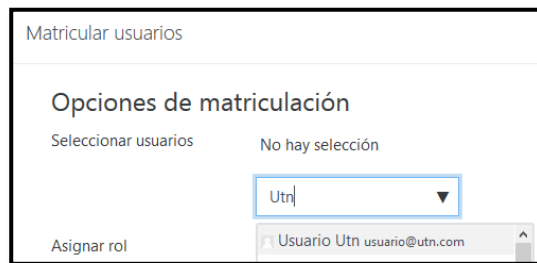


Figura H.24

Es necesario dar clic en matricular usuario para finalizar el proceso de matrícula.

H.6. Presentación del Cuestionario

Para realizar el cuestionario, se debe ingresar a Moodle a través de la cuenta del Usuario Utn recién creada, tal como se muestra en la figura H.25.

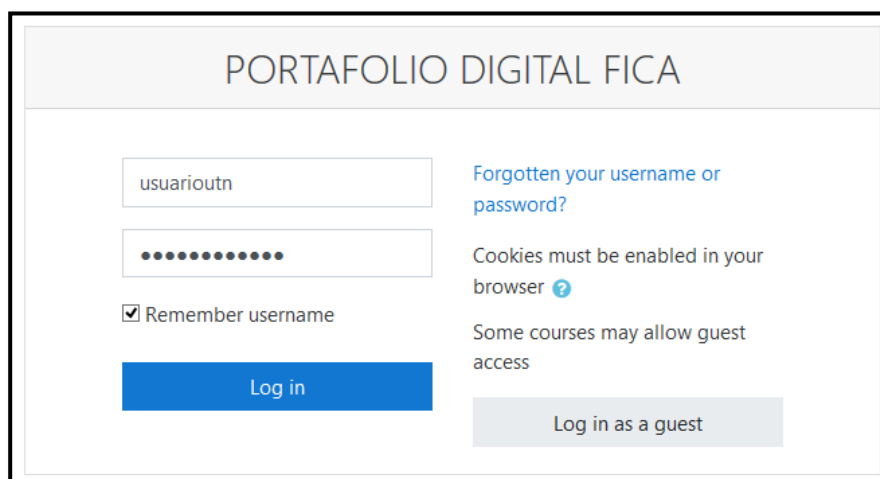


Figura H.25

Posteriormente, se debe ingresar a la categoría estudiantes UTN, y, dentro de la categoría, es necesario acceder al curso estudiantes FICA. Dentro del curso, se debe mostrar el cuestionario configurado, tal como se presenta en la figura H.26.



Figura H.26

Es necesario ingresar al cuestionario, y, dar clic en el botón que se muestra en la figura H.27.

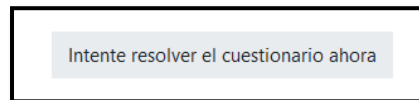


Figura H.27

Moodle muestra el cuestionario, y, se debe responder de acuerdo con la pregunta, tal como se presenta en la figura H.28.

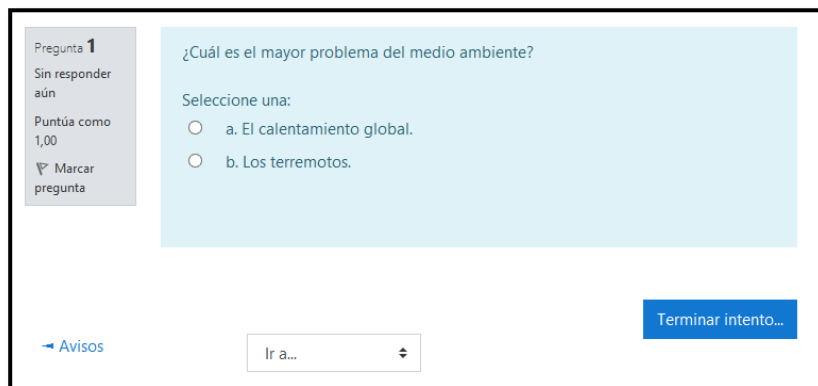


Figura H.28

Es necesario dar clic en terminar intento cuando se haya respondido el cuestionario; luego, se debe dar clic en enviar todo y terminar, con lo cual, Moodle presenta el mensaje de confirmación que se muestra en la figura H.29, donde se debe nuevamente dar clic en enviar todo y terminar.

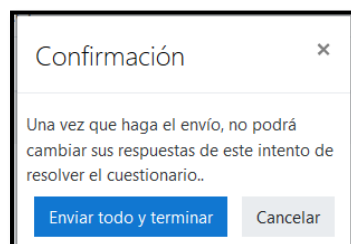


Figura H.29

Finalmente, Moodle muestra si la respuesta fue la correcta juntamente con otros datos informativos acerca del cuestionario realizado.

ANEXO I: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE PTS

I.1. Benchmarking Anterior

I.1.1. Servidor Físico Opina

I.1.1.1. Resultados de la Prueba IOzone

Para la ejecución de las pruebas se selecciona un tamaño de registro (record size) igual a 4Kb, un tamaño de archivo (file size) igual a 512Mb, y, la prueba de disco (disk test) es de rendimiento de escritura (write performance).



Figura I.1. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00 y a las 04h00.

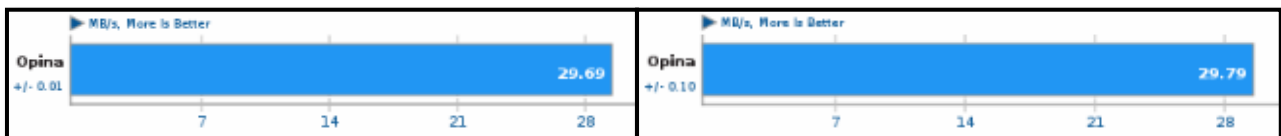


Figura I.2. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 08h00 y a las 12h00.

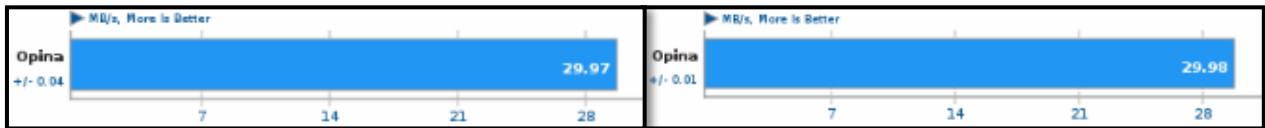


Figura I.3. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 16h00 y a las 20h00.

I.1.1.2. Resultados de la Prueba RAMspeed

Para la ejecución de las pruebas se selecciona el tipo (type) promedio (average), y, la prueba (benchmark) trabaja con datos enteros (integer).

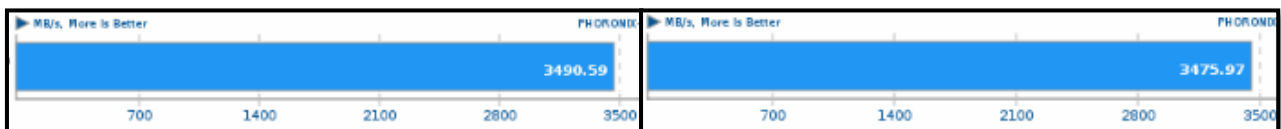


Figura I.4. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00 y a las 04h00.



Figura I.5. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 08h00 y a las 12h00.



Figura I.6. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 16h00 y a las 20h00.

1.1.1.3. Resultados de la Prueba 7-Zip Compression

Para la ejecución de las pruebas no existen parámetros configurables.



Figura I.7. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00 y a las 04h00.



Figura I.8. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 08h00 y a las 12h00.

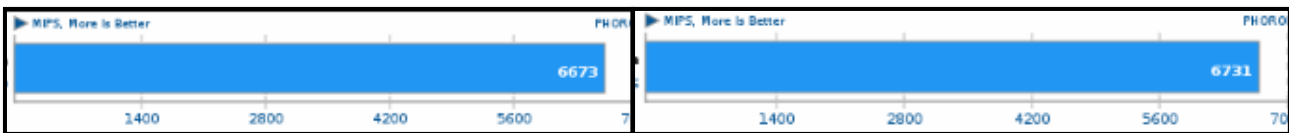


Figura I.9. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 16h00 y a las 20h00.

1.1.2. Servidor Físico Moodle

1.1.2.1. Resultados de la Prueba IOzone

Para la ejecución de las pruebas se selecciona un tamaño de registro (record size) igual a 4Kb, un tamaño de archivo (file size) igual a 512Mb, y, la prueba de disco (disk test) es de rendimiento de escritura (write performance).

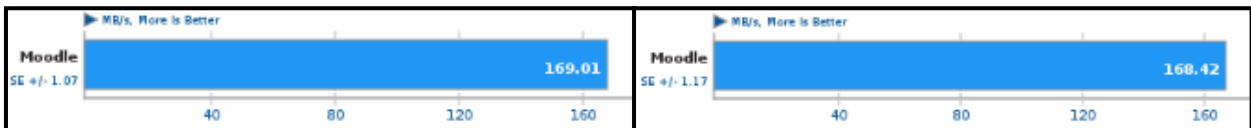


Figura I.10. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00 y a las 04h00.

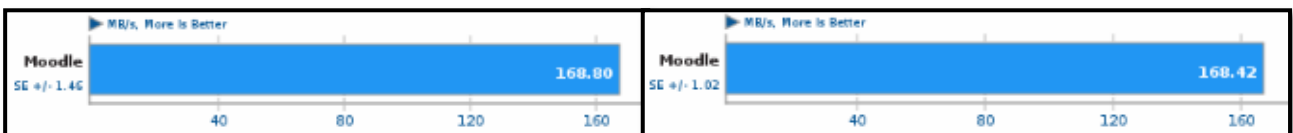


Figura I.11. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 08h00 y a las 12h00.



Figura I.12. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 16h00 y a las 20h00.

1.1.2.2. Resultados de la Prueba RAMspeed

Para la ejecución de las pruebas se selecciona el tipo (type) promedio (average), y, la prueba (benchmark) trabaja con datos enteros (integer).

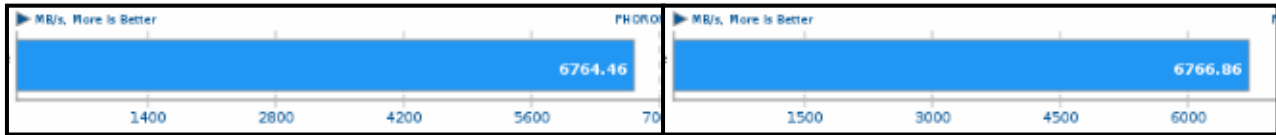


Figura I.13. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00 y a las 04h00.

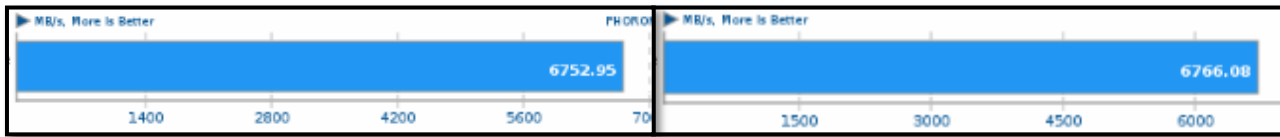


Figura I.14. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 08h00 y a las 12h00.

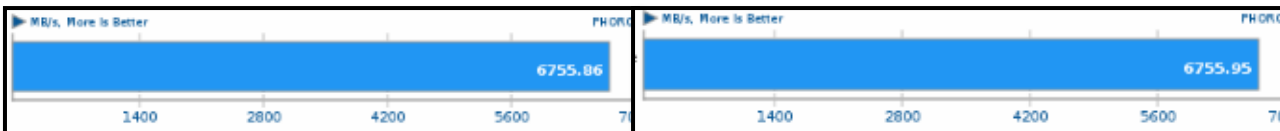


Figura I.15. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 16h00 y a las 20h00.

I.1.2.3. Resultados de la Prueba 7-Zip Compression

Para la ejecución de las pruebas no existen parámetros configurables.

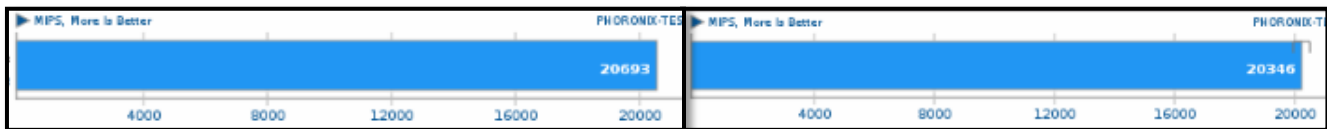


Figura I.16. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00 y a las 04h00.

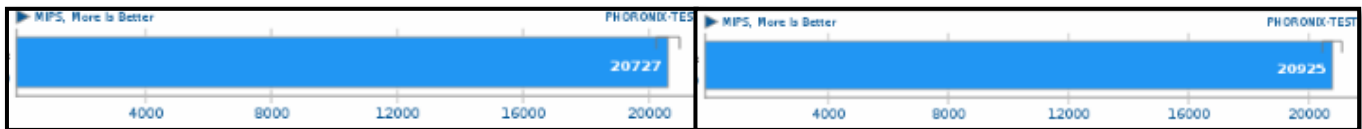


Figura I.17. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 08h00 y a las 12h00.

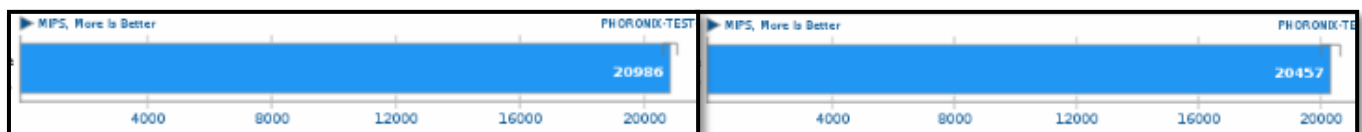


Figura I.18. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 16h00 y a las 20h00.

I.2. Benchmarking Posterior

I.2.1. Servidor Virtual Opina

I.2.1.1. Resultados de la Prueba IOzone

Para la ejecución de las pruebas se selecciona un tamaño de registro (record size) igual a 4Kb, un tamaño de archivo (file size) igual a 512Mb, y, la prueba de disco (disk test) es de rendimiento de escritura (write performance).

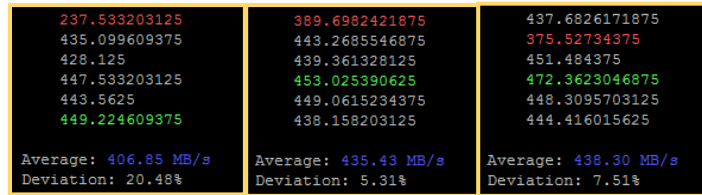


Figura I.19. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

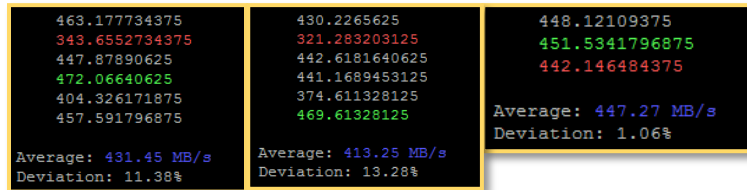


Figura I.20. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

I.2.1.2. Resultados de la Prueba RAMspeed

Para la ejecución de las pruebas se selecciona el tipo (type) promedio (average), y, la prueba (benchmark) trabaja con datos enteros (integer).

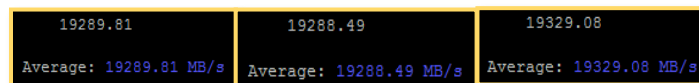


Figura I.21. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

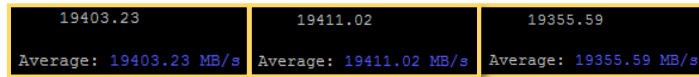


Figura I.22. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

I.2.1.3. Resultados de la Prueba 7-Zip Compression

Para la ejecución de las pruebas no existen parámetros configurables.

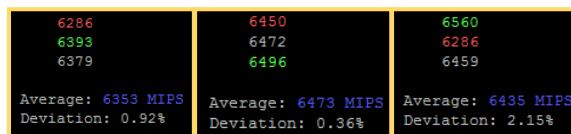


Figura I.23. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

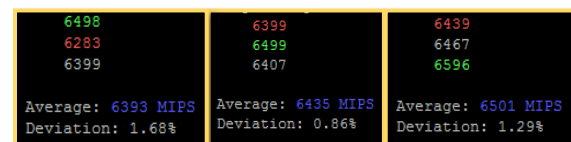


Figura I.24. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

I.2.2. Servidor Virtual Moodle

I.2.2.1. Resultados de la Prueba IOzone

Para la ejecución de las pruebas se selecciona un tamaño de registro (record size) igual a 4Kb, un tamaño de archivo (file size) igual a 512Mb, y, la prueba de disco (disk test) es de rendimiento de escritura (write performance).

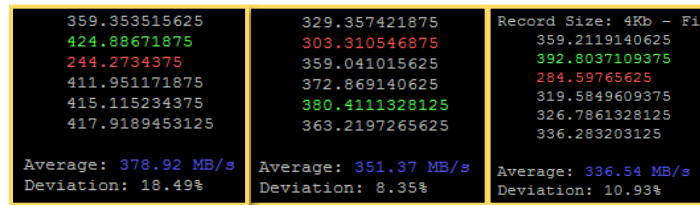


Figura I.25. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

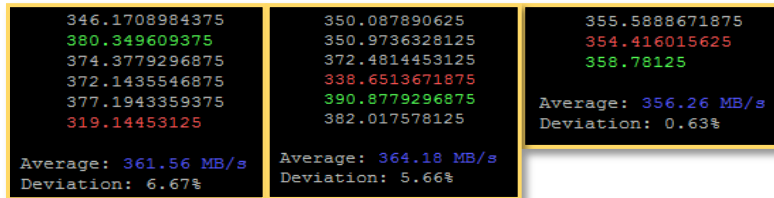


Figura I.26. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

I.2.2.2. Resultados de la Prueba RAMspeed

Para la ejecución de las pruebas se selecciona el tipo (type) promedio (average), y, la prueba (benchmark) trabaja con datos enteros (integer).

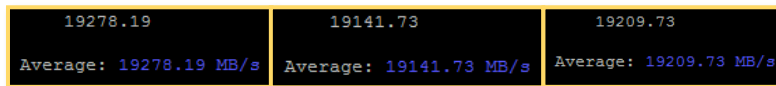


Figura I.27. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

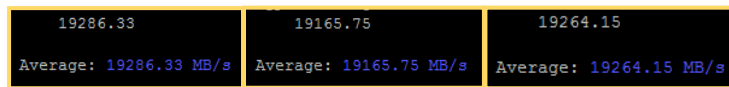


Figura I.28. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

I.2.2.3. Resultados de la Prueba 7-Zip Compression

Para la ejecución de las pruebas no existen parámetros configurables

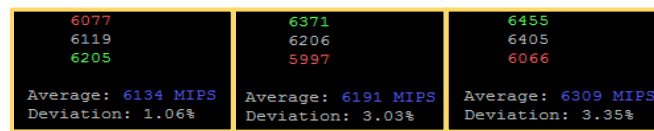


Figura I.29. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

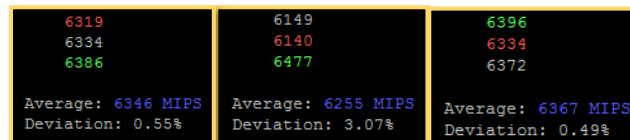


Figura I.30. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

ANEXO J: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PINGDOM Y UPTRENDS

J.1. Benchmarking Anterior

J.1.1. Servidor Físico Opina

J.1.1.1. Resultados de la Prueba Pingdom

Para la realización de las pruebas se toma como punto de ejecución la ciudad de Nueva York.

Load time 619 ms	Load time 698 ms	Load time 587 ms
---------------------	---------------------	---------------------

Figura J.1. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

Load time 697 ms	Load time 584 ms	Load time 628 ms
---------------------	---------------------	---------------------

Figura J.2. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

J.1.1.2. Resultados de la Prueba Uptrends

Para la realización de las pruebas se toma como punto de ejecución la ciudad de Nueva York.

LOAD TIME 1.7 s	LOAD TIME 0.9 s	LOAD TIME 1.0 s
--------------------	--------------------	--------------------

Figura J.3. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

LOAD TIME 1.5 s	LOAD TIME 2.0 s	LOAD TIME 1.7 s
--------------------	--------------------	--------------------

Figura J.4. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

J.1.2. Servidor Físico Moodle

J.1.2.1. Resultados de la Prueba Pingdom

Para la realización de las pruebas se toma como punto de ejecución la ciudad de Nueva York.

Load time 1.87 s	Load time 1.94 s	Load time 1.97 s
---------------------	---------------------	---------------------

Figura J.5. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

Load time 1.87 s	Load time 1.81 s	Load time 1.97 s
---------------------	---------------------	---------------------

Figura J.6. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

J.1.2.2. Resultados de la Prueba Uptrends

Para la realización de las pruebas se toma como punto de ejecución la ciudad de Nueva York.



Figura J.7. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.



Figura J.8. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

J.2. Benchmarking Posterior

J.2.1. Servidor Virtual Opina

J.2.1.1. Resultados de la Prueba Pingdom

Para la realización de las pruebas se toma como punto de ejecución la ciudad de Nueva York.

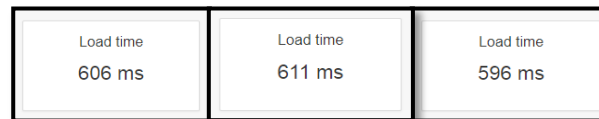


Figura J.9. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

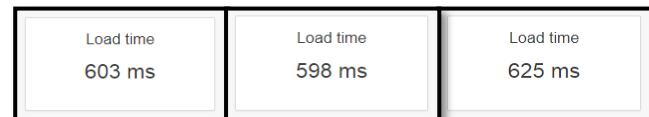


Figura J.10. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

J.2.1.2. Resultados de la Prueba Uptrends

Para la realización de las pruebas se toma como punto de ejecución la ciudad de Nueva York.



Figura J.11. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

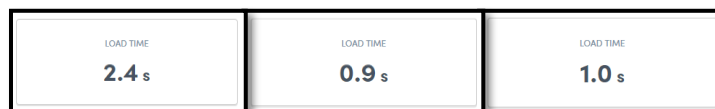


Figura J.12. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

J.2.2. Servidor Virtual Moodle

J.2.2.1. Resultados de la Prueba Pingdom

Para la realización de las pruebas se toma como punto de ejecución la ciudad de Nueva York.



Figura J.13. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

Load time 1.98 s	Load time 1.90 s	Load time 1.91 s
---------------------	---------------------	---------------------

Figura J.14. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

J.2.2.2. Resultados de la Prueba Uptrends

Para la realización de las pruebas se toma como punto de ejecución la ciudad de Nueva York.

LOAD TIME 1.7 s	LOAD TIME 3.0 s	LOAD TIME 2.1 s
--------------------	--------------------	--------------------

Figura J.15. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 00h00, a las 04h00 y a las 08h00.

LOAD TIME 2.2 s	LOAD TIME 1.9 s	LOAD TIME 2.0 s
--------------------	--------------------	--------------------

Figura J.16. Resultados de las pruebas ejecutadas a las 12h00, a las 16h00 y a las 20h00.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

PROYECTO DE TESIS

Despliegue de los servicios telemáticos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la UTN sobre la nube privada de CEDIA.

Questionario dirigido a los alumnos del CCNA4 de la Universidad Técnica del Norte.

Objetivo. Recoger información acerca del funcionamiento de los servidores virtuales alojados en la nube privada de CEDIA con respecto a los servidores físicos alojados en la FICA.

Indicaciones: Usted ha hecho uso de los servicios Moodle y Opina que se ejecutan en servidores físicos y virtuales, en base a su experiencia lea atentamente cada pregunta y responda.

Nombre Carolina Parra (1) Firma  Fecha: 20/10/2018

1. ¿Notó una mejora en la velocidad de comunicación al usar la red avanzada?

SI NO

¿Por qué?

Visualmente es más accesible, no se puede perder e incluso la página es más vistosa y la navegación mucho más rápida.

2. ¿Evidenció una mejora en la seguridad de la comunicación al utilizar el protocolo HTTPS en lugar de HTTP y certificados digitales emitidos por una autoridad certificadora?

SI NO

¿Por qué?

La página visualmente ante el usuario muestra el candado de seguridad, lo que implica que el usuario se sienta seguro de ingresar sus credenciales.

3. ¿Notó una mejora al momento de utilizar un nombre de dominio en lugar de una URL compleja que incluye una dirección IP y un puerto de comunicación?

SI NO

¿Por qué?

Facilita el ingreso a las personas evitando equivocación al ingresar numeros, letras o símbolos.

4. ¿Evidenció una mejora en su experiencia como usuario al utilizar las versiones más actuales de los servicios?

SI NO

¿Por qué?

5. Comentarios.

NO SI

Gracias por su cooperación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

PROYECTO DE TESIS

Despliegue de los servicios telemáticos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la UTN sobre la nube privada de CEDIA.

Cuestionario dirigido a los alumnos del CCNA4 de la Universidad Técnica del Norte.

Objetivo. Recoger información acerca del funcionamiento de los servidores virtuales alojados en la nube privada de CEDIA con respecto a los servidores físicos alojados en la FICA.

Indicaciones: Usted ha hecho uso de los servicios Moodle y Opina que se ejecutan en servidores físicos y virtuales, en base a su experiencia lea atentamente cada pregunta y responda.

Nombre Gale Espinoza (2) Firma [Firma] Fecha: 20/10/2018

1. ¿Notó una mejora en la velocidad de comunicación al usar la red avanzada?

SI NO

¿Por qué?

El tiempo de respuesta es mas rápido

2. ¿Evidenció una mejora en la seguridad de la comunicación al utilizar el protocolo HTTPS en lugar de HTTP y certificados digitales emitidos por una autoridad certificadora?

SI NO

¿Por qué?

Manga el protocolo de seguridad https

3. ¿Notó una mejora al momento de utilizar un nombre de dominio en lugar de una URL compleja que incluye una dirección IP y un puerto de comunicación?

SI NO

¿Por qué?

El nombre de dominio es mas corto y fácil recordar

4. ¿Evidenció una mejora en su experiencia como usuario al utilizar las versiones más actuales de los servicios?

SI X NO ___

¿Por qué?

Interfaz más amigable

5. Comentarios.

Gracias por su cooperación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

PROYECTO DE TESIS

Despliegue de los servicios telemáticos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la UTN sobre la nube privada de CEDIA.

Cuestionario dirigido a los alumnos del CCNA4 de la Universidad Técnica del Norte.

Objetivo. Recoger información acerca del funcionamiento de los servidores virtuales alojados en la nube privada de CEDIA con respecto a los servidores físicos alojados en la FICA.

Indicaciones: Usted ha hecho uso de los servicios Moodle y Opina que se ejecutan en servidores físicos y virtuales, en base a su experiencia lea atentamente cada pregunta y responda.

(3)

Nombre

Danna

Firma

Fecha: 20/10/2018

1. ¿Notó una mejora en la velocidad de comunicación al usar la red avanzada?

SI NO

¿Por qué?

Se observó mayor rapidez al cargar la página

2. ¿Evidenció una mejora en la seguridad de la comunicación al utilizar el protocolo HTTPS en lugar de HTTP y certificados digitales emitidos por una autoridad certificadora?

SI NO

¿Por qué?

En http se muestra el puerto de comunicación e indica que se debe conseguir certificación

3. ¿Notó una mejora al momento de utilizar un nombre de dominio en lugar de una URL compleja que incluye una dirección IP y un puerto de comunicación?

SI NO

¿Por qué?

Es mas facil de recordar la dirección para ingresar

4. ¿Evidenció una mejora en su experiencia como usuario al utilizar las versiones más actuales de los servicios?

SI NO

¿Por qué?

La interfaz grafica es más llamativa

5. Comentarios.

Me pareció un gran aporte, ya que la computación en la nube es el futuro

Gracias por su cooperación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

PROYECTO DE TESIS

Despliegue de los servicios telemáticos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la UTN sobre la nube privada de CEDIA.

Cuestionario dirigido a los alumnos del CCNA4 de la Universidad Técnica del Norte.

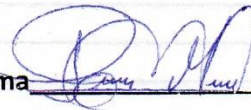
Objetivo. Recoger información acerca del funcionamiento de los servidores virtuales alojados en la nube privada de CEDIA con respecto a los servidores físicos alojados en la FICA.

Indicaciones: Usted ha hecho uso de los servicios Moodle y Opina que se ejecutan en servidores físicos y virtuales, en base a su experiencia lea atentamente cada pregunta y responda.

Nombre

Diego Menezes
(Usuario 4)

Firma



Fecha: 20/10/2018

1. ¿Notó una mejora en la velocidad de comunicación al usar la red avanzada?

SI NO

¿Por qué?

Más rápido la interacción con el usuario

2. ¿Evidenció una mejora en la seguridad de la comunicación al utilizar el protocolo HTTPS en lugar de HTTP y certificados digitales emitidos por una autoridad certificadora?

SI NO

¿Por qué?

Proporciona más seguridad a usuarios

3. ¿Notó una mejora al momento de utilizar un nombre de dominio en lugar de una URL compleja que incluye una dirección IP y un puerto de comunicación?

SI NO

¿Por qué?

Más práctico y fácil de recordar.

4. ¿Evidenció una mejora en su experiencia como usuario al utilizar las versiones más actuales de los servicios?

SI NO

¿Por qué?

Más organizado en la pantalla y distribución de las ventanas
(Parte visual)

5. Comentarios.

Gracias por su cooperación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

PROYECTO DE TESIS

Despliegue de los servicios telemáticos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la UTN sobre la nube privada de CEDIA.

Cuestionario dirigido a los alumnos del CCNA4 de la Universidad Técnica del Norte.

Objetivo. Recoger información acerca del funcionamiento de los servidores virtuales alojados en la nube privada de CEDIA con respecto a los servidores físicos alojados en la FICA.

Indicaciones: Usted ha hecho uso de los servicios Moodle y Opina que se ejecutan en servidores físicos y virtuales, en base a su experiencia lea atentamente cada pregunta y responda.

Nombre (5) Arturo Castro Firma [Firma] Fecha: 20/10/2018

1. ¿Notó una mejora en la velocidad de comunicación al usar la red avanzada?

SI X NO ___

¿Por qué?

Porque la navegación en el moodle ficamoodle4.tk parece más rápida.

2. ¿Evidenció una mejora en la seguridad de la comunicación al utilizar el protocolo HTTPS en lugar de HTTP y certificados digitales emitidos por una autoridad certificadora?

SI X NO ___

¿Por qué?

-Por que https encripta la información.

3. ¿Notó una mejora al momento de utilizar un nombre de dominio en lugar de una URL compleja que incluye una dirección IP y un puerto de comunicación?

SI X NO ___

¿Por qué?

Si la recordación de la página y el acceso es más sencillo.

4. ¿Evidenció una mejora en su experiencia como usuario al utilizar las versiones más actuales de los servicios?

SI NO

¿Por qué?

Si la interfaz de usuario es mucho más amigable
en la interfaz virtual.

5. Comentarios.

Gracias por su cooperación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

PROYECTO DE TESIS

Despliegue de los servicios telemáticos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la UTN sobre la nube privada de CEDIA.

Cuestionario dirigido a los alumnos del CCNA4 de la Universidad Técnica del Norte.

Objetivo. Recoger información acerca del funcionamiento de los servidores virtuales alojados en la nube privada de CEDIA con respecto a los servidores físicos alojados en la FICA.

Indicaciones: Usted ha hecho uso de los servicios Moodle y Opina que se ejecutan en servidores físicos y virtuales, en base a su experiencia lea atentamente cada pregunta y responda.

Nombre Rosario Orellana (a) Firma [Firma] Fecha: 20/10/2018

1. ¿Notó una mejora en la velocidad de comunicación al usar la red avanzada?

SI NO

¿Por qué?

Carga más eficiente

2. ¿Evidenció una mejora en la seguridad de la comunicación al utilizar el protocolo HTTPS en lugar de HTTP y certificados digitales emitidos por una autoridad certificadora?

SI NO

¿Por qué?

https

3. ¿Notó una mejora al momento de utilizar un nombre de dominio en lugar de una URL compleja que incluye una dirección IP y un puerto de comunicación?

SI NO

¿Por qué?

rapidez

4. ¿Evidenció una mejora en su experiencia como usuario al utilizar las versiones más actuales de los servicios?

SI NO

¿Por qué?

5. Comentarios.

Gracias por su cooperación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

PROYECTO DE TESIS

Despliegue de los servicios telemáticos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la UTN sobre la nube privada de CEDIA.

Cuestionario dirigido a los alumnos del CCNA4 de la Universidad Técnica del Norte.

Objetivo. Recoger información acerca del funcionamiento de los servidores virtuales alojados en la nube privada de CEDIA con respecto a los servidores físicos alojados en la FICA.

Indicaciones: Usted ha hecho uso de los servicios Moodle y Opina que se ejecutan en servidores físicos y virtuales, en base a su experiencia lea atentamente cada pregunta y responda.

Nombre (7) Ronald Flores M. Firma  Fecha: 20/10/2018

1. ¿Notó una mejora en la velocidad de comunicación al usar la red avanzada?

SI NO

¿Por qué?

Los servicios cargan más rápido.

2. ¿Evidenció una mejora en la seguridad de la comunicación al utilizar el protocolo HTTPS en lugar de HTTP y certificados digitales emitidos por una autoridad certificadora?

SI NO

¿Por qué?

Es necesario que exista una lista de usuarios que están haciendo uso de los servidores.

3. ¿Notó una mejora al momento de utilizar un nombre de dominio en lugar de una URL compleja que incluye una dirección IP y un puerto de comunicación?

SI NO

¿Por qué?

Fácil de recordar, y se evita errores de escritura al ingresar la dirección.

4. ¿Evidenció una mejora en su experiencia como usuario al utilizar las versiones más actuales de los servicios?

SI NO

¿Por qué?

La interfaz de usuario me parece más amigable y fácil de usar.

5. Comentarios.

Gracias por su cooperación.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

PROYECTO DE TESIS

Despliegue de los servicios telemáticos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la UTN sobre la nube privada de CEDIA.

Cuestionario dirigido a los alumnos del CCNA4 de la Universidad Técnica del Norte.

Objetivo. Recoger información acerca del funcionamiento de los servidores virtuales alojados en la nube privada de CEDIA con respecto a los servidores físicos alojados en la FICA.

Indicaciones: Usted ha hecho uso de los servicios Moodle y Opina que se ejecutan en servidores físicos y virtuales, en base a su experiencia lea atentamente cada pregunta y responda.

Nombre Gabriel Heredia (8) Firma  Fecha: 20/10/2018

1. ¿Notó una mejora en la velocidad de comunicación al usar la red avanzada?

SI NO

¿Por qué?

El servidor virtual es más eficiente en respuesta o carga de contenido

2. ¿Evidenció una mejora en la seguridad de la comunicación al utilizar el protocolo HTTPS en lugar de HTTP y certificados digitales emitidos por una autoridad certificadora?

SI NO

¿Por qué?

Da mayor confiabilidad hacia el usuario

3. ¿Notó una mejora al momento de utilizar un nombre de dominio en lugar de una URL compleja que incluye una dirección IP y un puerto de comunicación?

SI NO

¿Por qué?

Es más fácil de recordar para el usuario

4. ¿Evidenció una mejora en su experiencia como usuario al utilizar las versiones más actuales de los servicios?

SI NO

¿Por qué?

En cuestión de presentación, el servidor virtual tiene una interfaz
más amigable y acogedora a diferencia del servidor físico ubicado en
la FICA

5. Comentarios.

Gracias por su cooperación.