



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y**  
**APLICADAS**  
**CARRERA INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS**  
**COMPUTACIONALES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y  
DOCKER PARA EL DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE  
SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO APLICACIÓN DE UN GESTOR  
DOCUMENTAL”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros  
en Informática y Sistemas Computacionales

**AUTORES:**

De la Bastida Sornoza Ginger Liliana

Zhinin Gómez Alex Paúl

**TUTOR:**

Villa Quishpe Manuel William

**LATAACUNGA - ECUADOR**

**MARZO 2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Ginger Liliana De la Bastida Sornoza con C.I.: 172721663-0 y Alex Paúl Zhinin Gómez con C.I.: 140127870-8, declaramos ser los autores del presente proyecto de Investigación: “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKERS PARA EL DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO APLICACIÓN DE UN GESTOR DOCUMENTAL”, siendo el Ing. MSc. Villa Quishpe Manuel William tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Atentamente,

**De la Bastida Sornoza Ginger**

**Liliana**

CI: 172721663-0

**Zhinin Gómez Alex Paúl**

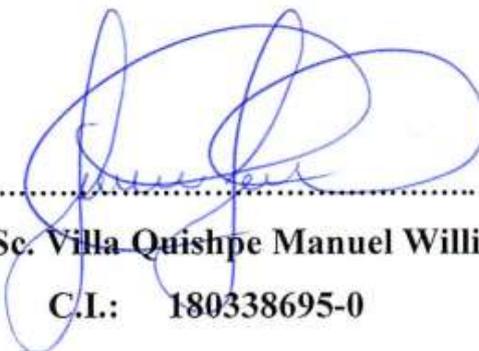
CI: 140127870-8

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación con el título:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKERS PARA EL DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO APLICACIÓN DE UN GESTOR DOCUMENTAL”**, de De la Bastida Sornoza Ginger Liliana y Zhinin Gómez Alex Paúl de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Marzo 2022



.....  
**Ing. MSc. Villa Quishpe Manuel William**

**C.I.: 180338695-0**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, los postulantes: DE LA BASTIDA SORNOZA GINGER LILIANA Y ZHININ GOMEZ ALEX PAÚL, con el título del proyecto de investigación: “**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKERS PARA EL DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO APLICACIÓN DE UN GESTOR DOCUMENTAL**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Marzo 2022



**Lector 1 (Presidente)**

Dr. Cadena José

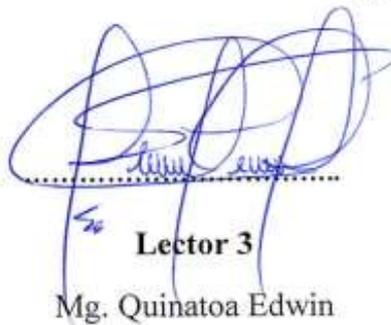
C.I.: 050155279-8



**Lector 2**

Mg. Quisaguano René

C.I.: 172189518-1



**Lector 3**

Mg. Quinatoa Edwin

C.I.: 050256337-2



## AGRADECIMIENTO

Mediante este proyecto quiero agradecer a Dios, ya que durante todo el proceso académico ha estado presente. Ha sido mi fuerza y mi guía, gracias a él he podido llegar a cumplir mis objetivos

A mi mamá Amada Sornoza, por su apoyo incondicional, por estar siempre presente apoyándome pese a los momentos difíciles que cursamos en la vida, por todo su amor y paciencia.

De la Bastida Ginger



## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar a Dios por siempre guiarme y bendecirme en cada paso que doy, por dirigirme por el sendero correcto.

A mi familia por su infinito amor, por inculcarme los valores y hacer de mí una buena persona. Ellos han sido una pieza fundamental en mi vida y que me apoyaron en todo momento.

De la Bastida Ginger



## AGRADECIMIENTO

Mediante este proyecto quiero agradecer a Dios, ya que durante todo el proceso académico ha estado presente.

A mi familia por su consideración y apoyo incondicional. A los profesionales que imparten cátedra en el área Informática y Sistemas Computacionales en la Universidad Técnica de Cotopaxi del Ecuador, en especial al Ingeniero Manuel Villa por su apoyo y guía como asesor del Proyecto Investigativo.

Zhinin Gómez Alex Paúl



## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios, por su infinito amor e inspirarme cada día para luchar continuamente en el proceso formativo profesional y personal. A mis padres Manuel y Carmen por ser mi ejemplo superación profesional pese a las adversidades que se presente. A mis hermanos adorados por ser las personas que me han apoyado incondicionalmente y a todas las personas que me han ayudado en este proceso Educativo.

Zhinin Gómez Alex Paúl



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TITULO:** “Análisis comparativo del uso de Máquinas Virtuales y Docker para el despliegue de aplicaciones de software: caso de estudio aplicación de un Gestor Documental”

**Autores:**

De la Bastida Sornoza Ginger Liliana

Zhinin Gómez Alex Paúl

### RESUMEN

Actualmente los avances tecnológicos producen un gran desaprovechamiento de los recursos informáticos, por parte de las organizaciones e instituciones educativas. Por este motivo, en el presente proyecto de investigación se realizó un Análisis comparativo del uso de Máquinas Virtuales y Docker para el despliegue de aplicaciones de software: caso de estudio aplicación de un Gestor Documental”, ya que al procurar un entorno de despliegue de aplicaciones óptimo y de calidad se ha planteado preguntas como: ¿Qué tan factible es la instalación?, ¿Cómo realizar la configuración?, ¿Cómo monitorear el uso de los recursos informático mediante VirtualBox y Docker?. Por estas interrogantes se ha tomado en consideración la utilización del estándar ISO/IEC 25010, el cual permitió evaluar el rendimiento y portabilidad del software “Gestor Documental” como caso de estudio. Asimismo, generando resultados cualitativos y cuantitativos, permitiendo un enfoque analítico entre el despliegue de Máquinas Virtuales y Docker.

**PALABRAS CLAVES:** Análisis comparativo, Docker, Despliegue de aplicaciones, Monitoreo, Recursos informáticos.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES**  
**AND APPLIED**

**THEME:** “Comparative Approach about the use of Virtual Machines and Docker to unfolding from software applications: Study case about application of documentary management”

**Authors:**

De la Bastida Sornoza Ginger Liliana

Zhinin Gómez Alex Paúl

**ABSTRACT**

Actually, technological advances produce a computer resources great waste, by organizations and educational institutions. For this reason, the research project was performed a use comparative analysis of Virtual Machines and Docker for software applications deployment: a Document Manager application case study application, since when seeking an optimal and quality environment for applications deployment have been proposed questions, such as: How feasible is the installation? How to perform the configuration? How to monitor the computing resources use by using VirtualBox and Docker? Due to these questions, it taken into consideration the ISO/IEC 25010 standard use has been, which allowed assessing the "Document Manager" software performance and portability, as a case study. Likewise, generating qualitative and quantitative results, allowing an analytical approach between the Virtual Machines and Docker deployment.

**Keywords:** Comparative approach, Docker, applications Unfolding, monitoring, informatic resources.



## AVAL DE TRADUCCÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKER PARA EL DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO APLICACIÓN DE UN GESTOR DOCUMENTAL.”** presentado por: **De la Bastida Sornoza Ginger Liliana y Zhinin Gómez Alex Paúl.**, estudiantes de la Carrera de **Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas** lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 22 marzo del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0502666514**



## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	iv
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
AVAL DE TRADUCCÓN .....	xi
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	3
2.1. EL PROBLEMA .....	3
2.1.1. Situación Problémica .....	3
2.1.2. Formulación del Problema.....	4
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	4
2.3. BENEFICIARIOS .....	4
2.4. JUSTIFICACIÓN.....	5
2.5. HIPÓTESIS .....	6
2.6. OBJETIVOS .....	6
2.6.1. Objetivo General.....	6
2.6.2. Objetivos Específicos .....	6
2.7. SISTEMA DE TAREAS .....	7



3.	FUNDAMENTACIÓN TEORICA .....	8
3.1.	ANTECEDENTE DEL ESTUDIO .....	8
3.2.	DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE.....	9
3.2.1.	Definición .....	9
3.2.2.	Modelos para el Despliegue de Aplicaciones.....	10
3.2.3.	Infraestructura Tradicional.....	13
3.3.	USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKER.....	14
3.3.1.	Máquinas Virtuales .....	14
3.3.2.	Docker.....	15
3.4.	MONITOREO DE SOFTWARE .....	18
3.4.1.	Factores de Calidad.....	18
3.5.	HERRAMIENTAS INFORMÁTICA PARA MEDIR EL RENDIMIENTO...	19
3.5.1.	Cadvisor .....	19
3.5.2.	Node_exporter .....	19
3.5.3.	Prometheus.....	20
3.5.4.	Grafana.....	20
3.5.5.	Apache JMeter .....	20
4.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
4.1.	MATERIALES.....	21
4.2.	MÉTODOS.....	21
4.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	22
4.4.	MÉTRICAS PARA EVALUAR SISTEMAS INFORMÁTICOS.....	23
4.5.	CASO DE ESTUDIO .....	24
4.6.	UTILIZACIÓN DE RECURSOS INFORMÁTICOS Y PORTABILIDAD ...	25
4.7.	CONDICIONES INICIALES DEL EQUIPO A EVALUAR .....	26
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	27



5.1.	NAVEGADOR DE PRUEBA PARA EL DESPLIEGUE.....	27
5.2.	MONITOREO DESCENTRALIZADO.....	27
5.3.	RENDIMIENTO DE RECURSOS INFORMÁTICOS .....	28
5.3.1.	Utilización del CPU .....	30
5.3.2.	Utilización de la Memoria RAM .....	30
5.3.3.	Dispositivo E/S .....	31
5.3.4.	Latencia de Red .....	32
5.4.	PORTABILIDAD.....	32
5.4.1.	Capacidad para ser Instalado .....	32
5.5.	INFRAESTRUCTURA MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKER.....	34
5.5.1.	Máquinas Virtuales .....	34
5.5.2.	Docker.....	34
5.6.	DESEMPEÑO DE LA VIRTUALIZACIÓN Y DOCKER.....	35
5.7.	RENDIMIENTO ENTRE LA VIRTUALIZACIÓN Y DOCKER.....	35
5.8.	ANÁLISIS DE LA ENCUESTA .....	36
5.9.	DEFINICIÓN DE ROLES DEL EQUIPO.....	38
5.10.	CRITERIO DE EXPERTOS .....	38
5.11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	39
5.12.	VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	40
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	43
6.1.	CONCLUSIONES.....	43
6.2.	RECOMENDACIONES .....	44
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	45
8.	ANEXOS.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Beneficiarios.....	4
<b>Tabla 2.2.</b> Planificación de las actividades.....	7
<b>Tabla 4.1.</b> Datos del universo de estudio.....	22
<b>Tabla 4.2.</b> Métricas de Rendimiento ISO/ 25010 [30].....	23
<b>Tabla 4.3.</b> Métrica de Portabilidad ISO/ 25010 [20, p. 10]..	23
<b>Tabla 4.4.</b> Archivos de Configuración.....	24
<b>Tabla 4.5.</b> Métricas de Rendimiento [30].....	25
<b>Tabla 4.6.</b> Métricas de Portabilidad [31, pp. 32–35].	26
<b>Tabla 4.7.</b> Característica del equipo con Máquina Virtual.	26
<b>Tabla 4.8.</b> Característica del equipo con Docker.	26
<b>Tabla 4.9.</b> Características de los navegadores más utilizados [32].....	27
<b>Tabla 5.1.</b> Configuración de testeo en Apache JMeter.	28
<b>Tabla 5.2.</b> Resultados de Carga de Datos VirtualBox y Docker.	29
<b>Tabla 5.3.</b> Validación de desempeño utilizando formulas.....	35
<b>Tabla 5.4.</b> Características.....	35
<b>Tabla 5.5.</b> Resultado de la pregunta 1.....	36
<b>Tabla 5.6.</b> Resultado de la pregunta 2 .....	36
<b>Tabla 5.7.</b> Resultado de la pregunta 3.....	36
<b>Tabla 5.8.</b> Resultado de la pregunta 4.....	36
<b>Tabla 5.9.</b> Resultado de la pregunta 5.....	37
<b>Tabla 5.10.</b> Resultado de la pregunta 6 .....	37
<b>Tabla 5.11.</b> Resultado de la pregunta 7 .....	37
<b>Tabla 5.12.</b> Roles .....	38
<b>Tabla 5.13.</b> Formula y Nomenclatura [35].	40
<b>Tabla 5.14.</b> Sumatoria con el informe de expertos.	41
<b>Tabla 5.15.</b> Calculo para evaluar el Coeficiente Alfa de Cronbach.	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b> Modelo Tradicional de Despliegue de aplicaciones [6].	10
<b>Figura 3.2.</b> Modelo Ágil de despliegue de aplicaciones [5, p. 6].	12
<b>Figura 3.3.</b> Arquitectura de una Máquina Virtual tradicional.	14
<b>Figura 3.4.</b> Docker Logo [14].	15
<b>Figura 3.5.</b> Infraestructura Docker [11].	17
<b>Figura 3.6.</b> Cadvisor Logo [24].	19
<b>Figura 3.7.</b> Prometheus Logo [27].	20
<b>Figura 3.8.</b> Grafana Logo [27].	20
<b>Figura 4.1.</b> Materiales.	21
<b>Figura 5.1.</b> Utilización del CPU.	30
<b>Figura 5.2.</b> Utilización de la memoria RAM.	31
<b>Figura 5.3.</b> Dispositivo E/S.	31
<b>Figura 5.4.</b> Latencia de Red.	32
<b>Figura 5.5.</b> Eficiencia en tiempo de instalación.	33
<b>Figura 5.6.</b> Facilidad de instalación.	33
<b>Figura 5.7.</b> Infraestructura despliegue con Máquinas Virtuales.	34
<b>Figura 5.8.</b> Infraestructura despliegue con Docker.	34
<b>Figura 5.9.</b> Metodología Criterio de Expertos.	38
<b>Figura 5.10.</b> Confiabilidad del coeficiente Alfa de Cronbach [35].	40
<b>Figura 8.1.</b> Ficha Bibliográfica	58
<b>Figura 8.2.</b> Habilitar o desactivar las características de Windows.	78
<b>Figura 8.3.</b> Administrador de tareas.	78
<b>Figura 8.4.</b> Página Oficial Docker.	79
<b>Figura 8.5.</b> Instalación Docker Desktop.	79
<b>Figura 8.6.</b> Configuración previa a la instalación.	80
<b>Figura 8.7.</b> Instalación de los archivos Docker.	81
<b>Figura 8.8.</b> Instalación exitosa.	81
<b>Figura 8.9.</b> Términos de condiciones de Docker.	82
<b>Figura 8.10.</b> WSL2.	82
<b>Figura 8.11.</b> Página oficial para descargar WSL2.	83
<b>Figura 8.12.</b> Subsistema de Linux.	84



<b>Figura 8.13.</b> Instalado Subsistema de Linux.	84
<b>Figura 8.14.</b> Restart.	85
<b>Figura 8.15.</b> Panel de principal de Docker.	85
<b>Figura 8.16.</b> Tutorial de Docker.	86
<b>Figura 8.17.</b> Infraestructura de archivos.	88
<b>Figura 8.18.</b> Dockerfile.	88
<b>Figura 8.19.</b> Docker-compose.yml especificación de los microservicios a utilizar.	89
<b>Figura 8.20.</b> Configuración del entorno virtual.	90
<b>Figura 8.21.</b> Tiempo de Instalación de todas las dependencias del proyecto.	90
<b>Figura 8.22:</b> Home Grafana.	92



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A:</b> Hoja de vida del tutor .....	49
<b>Anexo B:</b> Hoja de vida investigador 1 .....	54
<b>Anexo C:</b> Hoja de vida de investigador 2 .....	55
<b>Anexo D:</b> Solicitud dirigida al área administrativa estudiantes matriculados .....	56
<b>Anexo E:</b> Formulario de Encuesta .....	57
<b>Anexo F:</b> Fichas Bibliográficas .....	58
<b>Anexo G:</b> Cuestionario validación de expertos .....	59
<b>Anexo H:</b> Validación de Experto 1 .....	61
<b>Anexo I:</b> Validación de Experto 2 .....	64
<b>Anexo J:</b> Hoja de vida del Experto 1 .....	67
<b>Anexo K:</b> Hoja de vida Experto 2.....	73
<b>Anexo L:</b> Presupuesto del Proyecto.....	75
<b>Anexo M:</b> Manual de instalación de Docker Engine.....	77
<b>Anexo N:</b> Despliegue de un Gestor Documental en Docker.....	87
<b>Anexo O:</b> Carga de peticiones Apache JMeter 5.4.3 .....	91
<b>Anexo P:</b> Capturas de Graficas Estadísticas de Rendimiento Grafana.....	92

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**TÍTULO DEL PROYECTO:** Análisis comparativo del uso de Máquinas Virtuales y Docker para el despliegue de aplicaciones de software: caso de estudio aplicación de un Gestor Documental.

**FECHA DE INICIO:**

ABRIL 2021

**FECHA DE FINALIZACIÓN:**

MARZO 2022

**LUGAR DE EJECUCIÓN:**

Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Ciudad Latacunga, Barrio Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido Sector San Felipe.

**UNIDAD ACADÉMICA QUE AUSPICIA:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**CARRERA QUE AUSPICIA:**

Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN VINCULADO:**

Técnica de inteligencia artificial aplicadas al sector agrícola de la provincia de Cotopaxi.

## **EQUIPO DE TRABAJO:**

### **COORDINADOR:**

**Nombre:** Manuel William Villa Quishpe  
**Nacionalidad:** Ecuatoriana  
**Fecha de Nacimiento:** 15 de marzo de 1983  
**Estado Civil:** Soltero  
**Residencia:** Ambato  
**E-mail:** manuel.villa@utc.edu.ec  
**Teléfono:** 0983855980  
**Títulos Obtenidos:**  
**POSGRADO:** Magister en interconectividad de redes.  
Diploma Superior en comercio exterior.

**TERCER NIVEL:** Ingeniero en sistemas e informática.  
Licenciado en sistemas computacionales.  
Técnico ejecutivo analista de sistemas.  
Tecnólogo en computación e informática.

### **ESTUDIANTES:**

**Nombre:** Ginger Liliana De la bastida Sornoza  
**Nacionalidad:** Ecuatoriana  
**Fecha de Nacimiento:** 04 de noviembre de 1998  
**Estado Civil:** Soltera  
**Residencia:** Quito  
**Correo:** ginger.delabastida6630@utc.edu.ec  
**Teléfono:** 0983188729

**Nombre:** Alex Paúl Zhinin Gomez  
**Nacionalidad:** Ecuatoriana  
**Fecha de Nacimiento:** 12 de marzo de 1998  
**Residencia:** Macas o Latacunga  
**Correo:** alex.zhinin8708@utc.edu.ec  
**Celular:** 0968989792

**ÁREA DEL CONOCIMIENTO:** 06 Información y comunicación (TIC) / 061 Información y comunicación (TIC) / 0612 Base de datos, diseño y administración de redes.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Línea 6: Tecnologías de la Información y Comunicación (TICS) y Diseño Gráfico.

**SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA:**

Ciencias Informáticas para la modelación de sistemas de información a través del desarrollo de software.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. EL PROBLEMA**

#### **2.1.1. Situación Problemática**

Mundialmente, la mayoría de las personas enfocadas en el área informática buscan y/o requieren lugares de alojamiento para el despliegue de sus aplicaciones en desarrollo o culminadas. Por causa de los elevados costos de recursos (software y hardware), es por esto que actualmente la mayoría de las organizaciones utilizan infraestructuras tradicionales basadas en la virtualización.

Para ello, en el mayor de los casos optan por utilizar softwares para virtualización, entre los más utilizados están VirtualBox, Citrix XenServer, Sandboxie, VMware Workstation Pro, Cameyo, Parallels, Xen Hypervisor, QEMU, Microsoft Hyper-V Server, KVM, Aviat Design [1], las mismas que permiten crear Máquinas Virtuales.

En Ecuador la falta de popularidad y conocimiento de nuevas herramientas de virtualización (Docker) ha ocasionado que las empresas y Unidades Educativas de nivel superior no exploren

y se decidan por utilizarlas, ya que, actualmente utilizan las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) más comunes y/o utilizadas en su entorno, evitando así modernizarse con los nuevos recursos tecnológicos.

Por lo tanto, en la Universidad Técnica de Cotopaxi, por parte de los estudiantes de 6to a 9no de la Carrera de Sistemas de Información se ha visto afectada, ya que Docker es poca utilizada por docentes y estudiantes de la carrera de Sistemas de Información.

Por estas razones el estudio investigativo trabaja conjuntamente con los estudiantes de la carrera de Sistemas de Información, para ampliar la práctica y conocimiento con la herramienta de virtualización mediante un profundo estudio de Docker, con la finalidad de que utilicen diferentes tecnologías durante su proceso educativo.

### 2.1.2. Formulación del Problema

¿Que se pretende hacer para que los estudiantes de la carrera de ingeniería en sistemas de información elijan la mejor herramienta de virtualización para el despliegue de aplicaciones?

## 2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

Despliegue de aplicaciones de software (Aplicación sistema de un “Gestor Documental”).

1200 Matemáticas / 1203 Ciencias de los Ordenadores / 12.03.99 Análisis comparativo del uso de Máquinas Virtuales y Docker para el despliegue de aplicaciones.

## 2.3.BENEFICIARIOS

**Tabla 2.1.** Beneficiarios.

BENEFICIARIOS DIRECTOS	BENEFICIARIOS INDIRECTOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administradores de servidores.</li> <li>• Estudiantes con especialidad en el área de informática de la carrera de Sistemas de Información.</li> <li>• Docentes de la carrera de Sistemas de Información.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personas que deseen utilizar herramientas de virtualización.</li> <li>• Estudiantes de universidades.</li> <li>• Programadores juniors</li> </ul>

## 2.4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación pretende analizar, investigar, indagar y trabajar conjuntamente, con los estudiantes de la carrera de sistemas de información de los cursos de 6to a 9no, para recopilar información sobre las semejanzas y diferencias entre herramientas que frecuentemente se utiliza para desplegar aplicaciones, entre ellas las Máquinas Virtuales y Docker.

Por consiguiente, el propósito es enfatizar cuál de estas dos herramientas es mejor opción para poner en práctica durante la vida estudiantil e inclusive en la profesional. Recordando que, en el proceso educativo como informáticos se realiza varios proyectos de software, los cuales se deben alojar, desplegar e implementar.

Durante la formación académica en la carrera de sistemas de información, se ha utilizado a las Máquinas Virtuales como única herramienta para el proceso de desarrollo, implementación, pruebas y despliegue de aplicaciones. Estancando así, a los estudiantes el poder explorar otras herramientas tecnológicas que pretenden beneficiar en la optimización de recursos tanto en hardware y software.

Por esta razón, los investigadores realizan un estudio entre Máquinas Virtuales y Docker para que los estudiantes conozcan y pongan en práctica conforme su opinión personal, cuál de ellas es la mejor opción para desplegar sus aplicaciones.

Para alcanzar el estudio previamente mencionado, en este proyecto se realizará un análisis comparativo, para ello, en las MV se trabajará con VirtualBox y con fuentes bibliográficas con proyectos similares y para Docker con Docker desktop, Docker hub. Para ambas herramientas se utilizará la aplicación de referencia “Gestor Documental”, el mismo que servirá para desplegar y obtener datos para el análisis comparativo.

Asimismo, para profundizar la investigación se implementará la técnica de recolección de datos “encuesta”, la misma que se aplicará a los estudiantes de ciclos superiores de la carrera. Adicional a ello, los investigadores han evaluado el presupuesto para el desarrollo del proyecto como se visualiza en el **Anexo L** para verificar si el trabajo investigativo es viable.

## **2.5. HIPÓTESIS**

Mediante el análisis comparativo entre Máquinas Virtuales y Docker se podrá contribuir en el manejo de las herramientas de virtualización en la carrera de Sistemas de Información para el desarrollo y despliegue de aplicaciones de manera interactiva.

## **2.6. OBJETIVOS**

### **2.6.1. Objetivo General**

Analizar los beneficios más relevantes entre las Máquinas Virtuales y Docker para el despliegue de aplicaciones de software, mediante tablas comparativas utilizando como caso de estudio la aplicación de un “Gestor Documental”, para contribuir en el manejo de las herramientas de virtualización en la carrera de sistemas de Información para el desarrollo y el despliegue de aplicaciones de manera interactiva.

### **2.6.2. Objetivos Específicos**

- Investigar en bibliotecas virtuales de alto impacto para entender los principales factores de Máquinas Virtuales y Docker en el desarrollo del proyecto.
- Evidenciar la información adquirida mediante la utilización de técnicas e instrumentos investigativos tales como: encuesta y fichas bibliográficas que permitan fortalecer los subtemas planteados.
- Analizar que herramienta de virtualización es más fiable para el despliegue de aplicaciones utilizando como caso de estudio un “Gestor Documental”.
- Validar la hipótesis mediante el método Alfa de Cronbach para evidenciar si el proyecto es confiable.

## 2.7.SISTEMA DE TAREAS

**Tabla 2.2.** Planificación de las actividades

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADO DE LAS ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)
Investigar en bibliotecas virtuales de alto impacto proyectos referentes a Máquinas Virtuales y Docker con el fin de tener las bases necesarias de los temas.	Identificar antecedentes de investigaciones en proyectos similares que haya sido publicados con un límite desde hace cinco años.	Fundamentación Teórica. Respaldo de la información realizada en la investigación en proyectos similares.	Investigación bibliográfica. Fichas bibliográfico.
Evidenciar la información adquirida mediante la utilización de técnicas e instrumentos investigativos tales como: encuestas y fichas bibliográficas que permitan fortalecer los subtemas planteados.	Diseño y elaboración de cuestionarios, fichas bibliográficas para poder especificar los requerimientos de las herramientas de Vitalización VirtualBox y Docker.	Especificación de requerimientos utilizado estándares internacionales.	Fichas Bibliográficas. Encuestas
Comprobar que herramienta de virtualización es más adecuada y fiable para el despliegue de sistemas informáticos utilizando como caso de estudio un “Gestor Documental”	Cuantificar los resultados de despliegue de aplicación en Máquinas Virtuales y Docker. Elaboración de un manual de despliegue de aplicaciones en Docker	Tablas estadísticas entre Máquinas Virtuales y Docker que se utilizó en el desarrollo de la investigación. Manual del sistema que permita una comprensión más detalla para el despliegue de sistemas informáticos en Docker. Evidenciar los resultados mediante una tabla comparativa.	Técnicas de viabilidad al utilizar herramientas de virtualización como Máquinas Virtuales (VirtualBox) y Docker para el despliegue de sistemas informáticos.

### 3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

#### 3.1. ANTECEDENTE DEL ESTUDIO

A pesar de que hace poco tiempo se ha oído hablar del uso de contenedores, su creación se origina hace varios años atrás. El artículo de Aqua Security redacta una breve historia sobre contenedores mencionando que en 1979 surge por primera vez el concepto del mismo.

Además, emite una evolución de los contenedores desde 1970 hasta la actualidad la misma que se presenta a continuación:

Unix V7 1979: Durante el desarrollo de Unix V7 se introduce el sistema chroot, cambiando el directorio raíz de un proceso y sus herederos a una nueva ubicación en el sistema de archivos [2].

Con este avance los inicios del proceso de aislamiento segregan para cada proceso el acceso a los archivos.

FreeBSD Jails 2000: Después de dos décadas, un proveedor de hosting de entorno compartido presenta a FreeBSD Jails [2], el cual tiene como objetivo separar los servicios del propietario y del cliente para brindar mayor facilidad de administración y seguridad.

Es decir, los administradores separan un SO FreeBSD en distintos sistemas independientes más pequeños denominados “*Jails*”, los mismos que tiene la capacidad de asignar una dirección IP para cada sistema y configuración.

Linux VServer 2001: Linux VServer es un mecanismo “*Jail*”, este SO de virtualización se lo puede implementar mediante un parche al Kernel de Linux [2]. Es importante tomar en cuenta que, los parches experimentales aún existen, pero el último parche estable fue lanzado al mercado en el año 2006.

Oracle Solaris Containers 2004: La versión beta del Contenedor Solaris fue lanzado por Oracle con la finalidad de combinar controles de recursos del sistema y una separación de límites proporcionados por zonas [2].

Open Virtuozzo 2005: Trata de una tecnología de virtualización a nivel de sistema operativo, utiliza un Kernel Linux parchado para virtualizar, aislar y administrar recursos [2]. Pero no fue lanzado oficialmente del Kernel de Linux.

Process Containers 2006: Google lanza por primera vez Process Containers, el cual está diseñado para contabilizar, limitar y aislar recursos [2] tales como: CPU, memoria, red, I/O de disco para una colección de procesos. Un año después fue renombrado Grupos de control “*cgroups*”.

Warden 2011: CloudFoundry comenzó Warden, usando LXC en las etapas de inicio con el tiempo lo fue reemplazando con su propia implementación, este puede aislar entornos en cualesquier SO, proporcionando una API para la gestión de contenedores [2]. Además, desarrolló un modelo cliente-servidor para administrar una colección de contenedores a través de distintos hosts.

Docker 2013: Al aparecer Docker en este año, los contenedores crecieron popularmente, es por esto que los crecimientos de ambos términos van de la mano. Docker también utilizó LXC en sus etapas iniciales, pero con el tiempo fueron reemplazando por su propia librería “libcontainer” [2]. Debido a aquello, Docker se caracterizó por ofrecer un ecosistema completo para el manejo de contenedores.

La importancia de seguridad en contenedores 2016: Las aplicaciones basadas en contenedores hicieron que los sistemas vuelvan a ser complejos y poco seguros [2]. Por ende, el objetivo es construir contenedores seguros desde sus inicios sin que se reduzca el tiempo necesario para salir al mercado.

Se fortalece las herramientas para contenedores 2017: Existe un sin número de herramientas para facilitar la gestión de contenedores, cabe mencionar, que estas herramientas están disponibles desde hace varios años atrás, pero en este año (2017) es cuando empiezan a tener relevancia. Ejemplo: Kubernetes.

Estándar de oro 2018: La contenerización se convirtió en la fundación para las infraestructuras de software y Kubernetes es utilizado por la mayoría de los proyectos de contenedores empresariales [2].

Panorama Cambiante 2019: Ya para este año los nuevos motores en tiempo de ejecución (Containerd, CRI-O) [2] empezaron a reemplazar al motor de Docker.

## **3.2. DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE**

### **3.2.1. Definición**

El despliegue de software suele ser un proceso intensivo, en algunos casos repetitivos y con elevadas probabilidades de cometer errores, debido a que en la mayoría de los casos se realiza de forma manual por los administradores y el número de acciones a desarrollar es elevado. Si no se ejecutan todos los elementos involucrados en el despliegue de sistemas informáticos de forma segura y precisa, la aplicación en producción no funcionara eficientemente [3, p. 3].

Entre las actividades primordiales en la Ingeniería Informática se considera el despliegue de aplicaciones estos pueden ser páginas web estáticas, dinámicas y aplicaciones móviles, lo que

consiste en la práctica de los procesos necesarios para un despliegue eficientemente, enfocándose en los protocolos de seguridad [4]. Se puede mencionar que cada despliegue es indispensable para establecer nuevos procedimientos que aportan directamente con nuevos conocimientos, lo que conlleva al estudio de los diversos procesos que se han utilizados incluyéndose la virtualización y la contenedorización.

En la rama de ingeniería en software los despliegues de aplicaciones son utilizadas para el desarrollo de cualquier sistema que desee implementar, es por ello que hoy en día las empresas se encaminan por la utilización de la misma, generando así Ganancias.

### 3.2.2. Modelos para el Despliegue de Aplicaciones

#### 3.2.2.1. Modelo Tradicional

Este modelo es caracterizado por la nula automatización de todos sus procesos, es común utilizada en proyectos de ingeniería de software. En el artículo [5] el autor, divide este modelo en cuatro etapas: equipos, construcción de código, pruebas y despliegue.

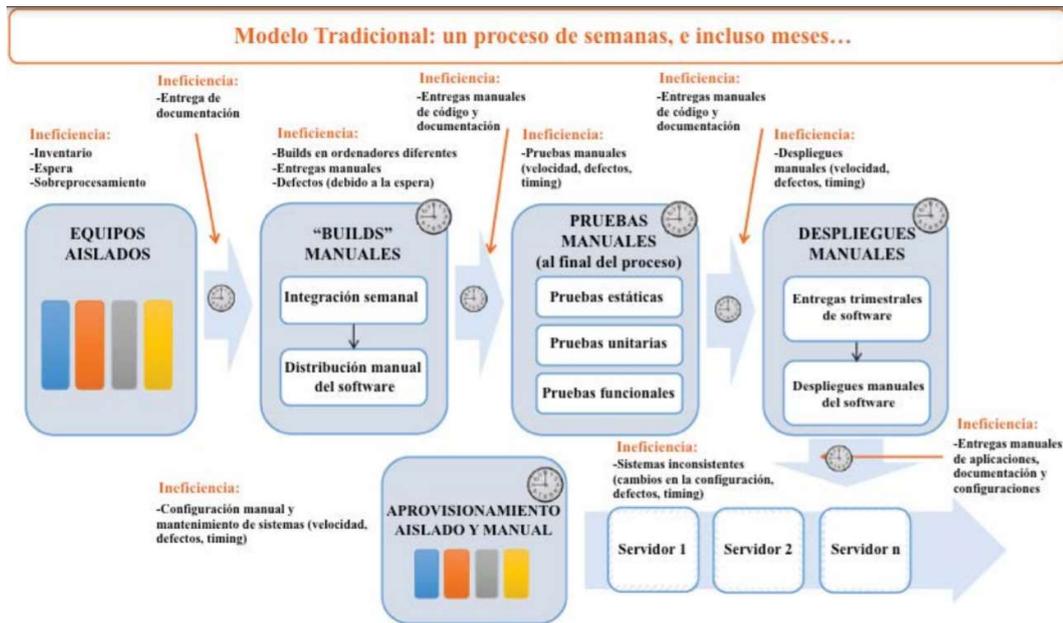


Figura 3.1. Modelo Tradicional de Despliegue de aplicaciones [6].

#### a. Equipos

En los proyectos de software cada equipo trabaja de manera independiente en cualquier tarea que le hayan asignado, estas actividades están dirigidas por el Project Manager. El mismo que se encarga de coordinar a los diferentes equipos de trabajo, con la finalidad de llevar un seguimiento de todos ellos y obtener al final resultados positivos para el proyecto.

Como se mencionó estos equipos son especializados, es decir, cada uno está encargado de una actividad o tarea, dependiendo su área con mayor desempeño y/o desenvolvimiento. Es importante mencionar que aquellos equipos que siguen este modelo de desarrollo suelen ser bastante grandes [6].

#### **b. Reconstrucción de código**

Es considerado el proceso que realiza el desarrollador al programar la o las tareas que se le ha asignado. Cabe mencionar, que tanto el modelo Tradicional y Ágil la construcción del código tiene un factor común, siendo la existencia de un código fuente o código principal también conocido “mainline” [8]. En éste los desarrolladores realizaran modificaciones hasta llegar a completar con las funcionalidades requeridas por el cliente, pero, cuando el desarrollador desea introducir un cambio en dicho código, primero realiza una copia del mismo y continua con su trabajo.

En el Modelo Tradicional, los desarrolladores utilizan la técnica “Integración Frecuente”, la cual consiste en integrar los cambios realizados a el “mailine” de la copia realizada, estos cambios lo realizan todo el tiempo.

#### **c. Pruebas**

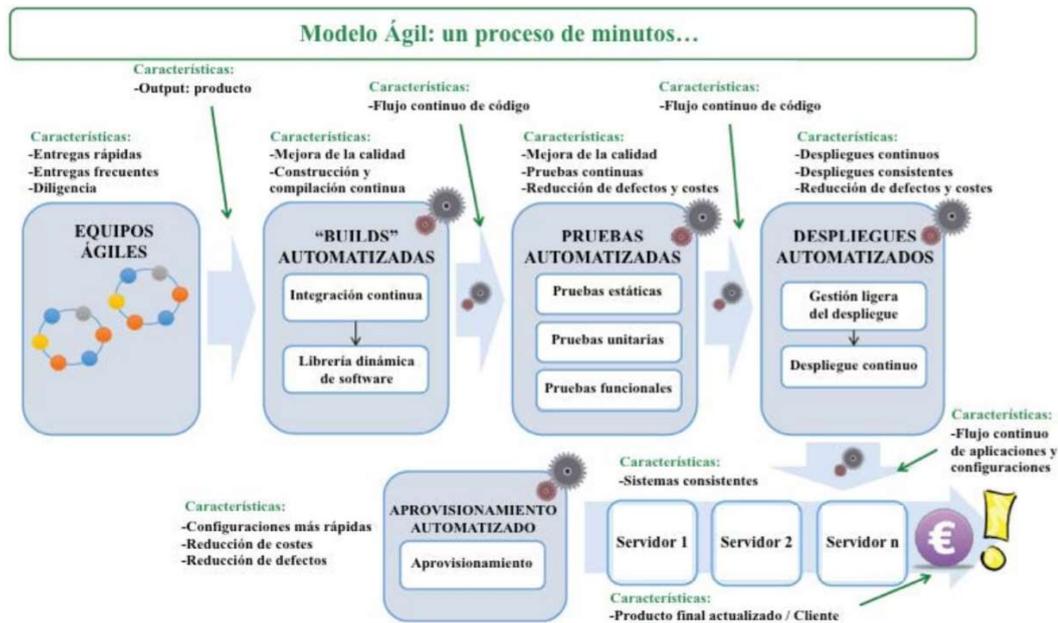
En esta fase se realizan todas las pruebas necesarias para posteriormente comprobar el correcto funcionamiento del código. Existen 3 tipos de pruebas: las estáticas no necesitan ejecutar código, comprueban la calidad del código en función de estándares. Unitarias verifican que partes aisladas del código funciona sin errores, finalmente, funcionales que comprueban que el resultado del código a ejecutar es el correcto [8]. No obstante, estas pruebas lo realizan e implementan los desarrolladores una vez terminados el código.

#### **d. Fase de producción o despliegue**

Esta fase consiste en finalizar y entregar el proyecto al cliente, con todas las funcionalidades requeridas. En este Método Tradicional, la entrega se realiza manualmente, siempre y cuando se haya terminado el código culminado las pruebas descritas anteriormente.

### **3.2.2.2. Modelo Ágil de despliegue de aplicaciones**

El modelo ágil se caracteriza por la automatización de todos los procesos a realizar. Al igual que el modelo tradicional para explicar de mejor manera el autor divide a este modelo en cuatro fases: equipos ágiles, construcción de código, pruebas, fase de producción.



**Figura 3.2.** Modelo Ágil de despliegue de aplicaciones [5, p. 6].

### a. Equipos

Los miembros del equipo deben tener conocimientos sobre distintos campos, es decir, debe ser multidisciplinario. Es por ello que, todos deben dar capaces de realizar cualquiera actividad o tarea para ayudar a los demás miembros del equipo. De igual manera son autogestionados, por lo que se interpreta que no necesitan de un ente superior para organizarse, al contrario, ellos mismos se organizan desde el reparto de tareas hasta las fechas que se marcan para la realización de las mismas.

No obstante, en estos equipos lo que importa es que las metas sean comunes y no individuales, por ende, el objetivo es único para todos los miembros del proyecto, para que finalmente entreguen al cliente satisfactoriamente el producto.

### b. Construcción de código

Esta fase se torna más compleja a diferencia de la tradicional, debido a que mantiene el mismo flujo de trabajo que modelo anterior mediante copias en local del “*mainline*”, pero se introduce una nueva técnica la que se la denomina IC (Integración Continua).

La IC agiliza y optimiza el proceso de integración de las actividades o tareas que componen un proyecto. Es así que, es una de las técnicas más utilizada dentro del modelo Ágil de despliegue de aplicaciones.

### **c. Pruebas**

Se caracterizan especialmente sobre todo por su automatización, donde el desarrollador implementa toda la batería de pruebas como: estáticas, unitarias y funciones a las que ha sido asignado. Una vez implementado, se incluye en el servidor IC, el cual realiza la compilación automática sobre el *mainline* al realizar un *commit*, al igual que es capaz de correr todas las pruebas sobre el *commit* que se está realizando [7].

Es importante que el desarrollador vaya informando el resultado de dichas pruebas, al igual que realizar las pruebas después de la compilación, pero debe considerar que si el código compila no quiere decir que funcione correctamente.

### **d. Fase de producción**

Al igual que la fase anterior esta fase es automatizada, por otro lado, de la misma manera que aparece la Integración Continua en la construcción de código, en la fase de producción se tiene la *Entrega Continua*, que consiste en la división del proyecto en fases en las que al final de cada una el proyecto esté listo para su despliegue.

Sin embargo, que esté listo para entregar no significa que se mande a producción, es eso en encarga el Despliegue Continuo, que automatiza el proceso de despliegue para enviar el proyecto a producción. Por lo tanto, se entiende que, sin la *Entrega Continua*, no se puede tener un *Despliegue Continuo* [8].

## **3.2.3. Infraestructura Tradicional**

### **3.2.3.1. Virtualización**

Es una tecnología que permite crear múltiples entornos simulados [9], para la utilización de los recursos de una máquina física y el SO de la Máquina Virtual, el mismo que es independiente permitiendo que los errores de funcionamiento de la MV no produzcan efectos colaterales a los demás.

Esta tecnología es utilizada en aplicaciones, servidores, redes y almacenamiento, la misma que aumenta la agilidad y eficiencia, escalabilidad, flexibilidad en diversas tareas y actividades. Por ende, reduce costos en la Tecnología de la Información (TI).

### **3.2.3.2. Virtualización utilizada como Plataforma**

Durante décadas la virtualización ha sido uno de los recursos fundamentales e importante para la computación en la nube (Cloud Computing), ya que ocupa la capa intermedia entre el hardware y software refiriéndose a una versión virtual en vez de una versión real sobre un

sistema, para generar una abstracción de varios recursos virtuales. Actualmente, a las Máquinas Virtuales y contenedores (Docker) se los pueden considerar grandes modelos de virtualización.

### 3.3. USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKER

#### 3.3.1. Máquinas Virtuales

##### 3.3.1.1. Definición

Los recursos virtuales son componentes de software conocidos como Máquinas Virtuales, que podrían ser descritos como contextos de ejecución aislados [10].

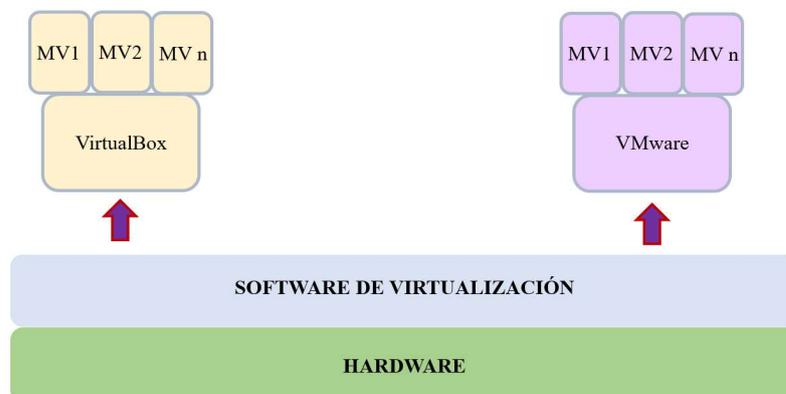
Una Máquina Virtual utiliza una combinación de software y su computadora existente para emular computadoras adicionales, todo dentro de un dispositivo físico [11].

Una Máquina Virtual, es un contenedor de software perfectamente aísla en el cual se puede ejecutar, de igual forma, tanto sistemas operativos como aplicaciones, como si se tratara de un equipo físico, ya que se comporta exactamente igual a como lo hace un equipo físico y contiene sus propios dispositivos [12].

Con varias opiniones presentadas por distintos autores, se debe tener en cuenta que una Virtual Machine Manager (VMM), es un software de virtualización que se ejecuta como parte del SO anfitrión, en cambio una Máquina Virtual (MV) es una instancia del hardware virtualizado donde los SO se ejecutan dentro de ella.

Al tener claro la diferencia entre ambos términos, entonces, las Máquinas Virtuales con el transcurso del tiempo han incrementado su proporción en relación con las máquinas físicas.

##### 3.3.1.2. Infraestructura (Arquitectura)



**Figura 3.3.** Arquitectura de una Máquina Virtual tradicional.

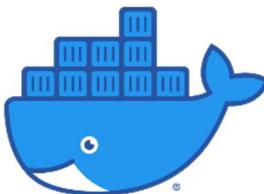
### 3.3.1.3. Características

- Las MV permiten que distintos sistemas operativos, tareas y configuraciones de software pertenezcan a una misma máquina física.
- De las máquinas anfitriona son abstraídos los recursos físicos para las diferentes Máquinas Virtuales.
- Aseguran un nivel de aislamiento entre sí.
- Se comporta como una máquina física real.

### 3.3.2. Docker

#### 3.3.2.1. Definición

Se define la tecnología Docker de la siguiente manera: Es considerado como un proyecto de código libre para aumentar la automatización de la implementación de aplicaciones con contenedores portátiles y autosuficientes que están sujeta a ejecutarse en la nube o localmente [13].



**Figura 3.4.** Docker Logo [14].

El despliegue de sistemas informáticos mediante la utilización de contenedores facilita la encapsulación de todas las dependencias, utilizando microservicios como el código base, gestor de base de datos, dependencias y librerías. Al establecer contenedores para el despliegue de la aplicación se está garantizando una configuración predeterminada, es decir, se podrá ejecutar en cualquier máquina que tenga instalada la herramienta de Docker independientemente la configuración del entorno de despliegue.

No obstante, también carece de limitantes de las cuales se puede definir de la siguiente manera:

- Al trabajar con contenedores la virtualización es más flexible, ya que depende del kernel Linux, con lo que conlleva que el anfitrión tenga una infraestructura de 64 bits y habilitado la virtualización.

### **3.3.2.2.Requisitos**

La instalación de Docker en los Sistemas Operativos de Linux, Windows y Mac están arraigados a requisitos mínimos de instalación del mismo Sistema Operativo, pero es recomendable que solo se use la infraestructura de 64 bits.

La utilización de Docker en entornos Linux funcionan de forma nativa a partir de las versiones de 3.8 del kernel, es decir, que solo está presente en entornos de 64 bits como lo define Docker. La utilización de Docker Engine en Linux se necesita una infraestructura de 64 bits, se deberá tener en cuenta las siguientes versiones de Linux:[15]

- Ubuntu Impish 21.10
- Ubuntu Hirsute 21.04
- Ubuntu Focal 20.04
- Ubuntu Bionic 18.04

Para usar Docker Desktop en el Sistema Operativo de Windows se deberá tener en cuenta que se creó la herramienta Toolbox, pero en la actualidad que se está desarrollado esta investigación ya no existe soporte de esta herramienta, como lo afirma en la documentación de instalación de Docker en Windows solo es compatible con Docker Desktop en Windows para aquellas versiones de Windows 10 que aún se encuentran dentro de la línea de tiempo de servicio de Microsoft[16].

Con la información recaudada de Docker, se puede esclarecer que la instalación de Docker desktop sólo se lo puede realizar en distribuciones de Windows que tenga soporte como Windows 10 y Windows 11.

### **3.3.2.3.Docker compose**

Al ejecutar varios contenedores en uno general, mediante la utilización de un comando se logra establecer que servicios son necesarios para el correcto funcionamiento de una aplicación como se define a continuación:

Docker-Compose es una herramienta para definir y ejecutar aplicaciones Docker con múltiples contenedores dando un gran aporte al despliegue de aplicaciones de forma eficiente. Con Compose, se utiliza un archivo Compose (.yml) para configurar los distintos servicios de la aplicación entre ello gestor de base de datos y otros servicios [15, p. 15].

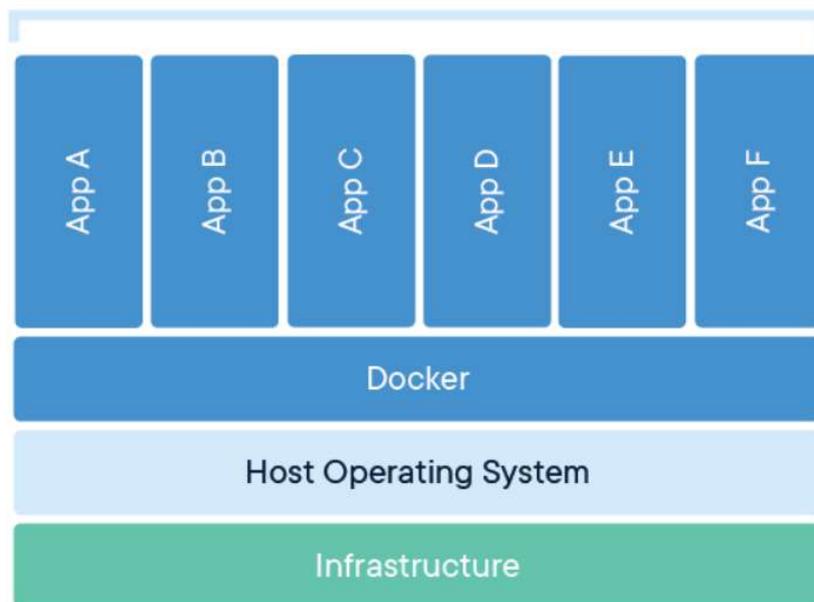
### 3.3.2.4. Docker images

Una imagen Docker es como una instantánea de una Máquina Virtual pero mucho más ligera. Sobre esta instantánea deberemos añadir todo lo que necesitemos (el código, el entorno de ejecución, librerías y ficheros de configuración) para ejecutar una aplicación [18, p. 160].

Al utilizar Docker como herramienta de virtualización más ligero y rápido, utiliza el despliegue de imágenes Docker o repositorios de archivos, se lo puede definir como un conjunto de plantillas con las indicaciones necesarias para reconstruir un contenedor desde una plantilla existente. Por ende, se puede añadir, eliminar librerías y crear nuevas imágenes Docker, esto permite que sea totalmente escalable a nivel de desarrollo como en producción.

Similares a plantillas de solo lectura mediante las cuales se crean los contenedores. Se les pueden agregar más paquetes y bibliotecas, las cuales son agregadas como capas. Docker permite crear nuevas imágenes, así como usar imágenes existentes[19, p. 43].

### 3.3.2.5. Infraestructura



**Figura 3.5.** Infraestructura Docker [11].

### 3.3.2.6. Características

#### a. Portabilidad

El contenedor Docker podemos desplegarlo en cualquier sistema, sin necesidad de volver a configurarlo o realizar las instalaciones necesarias para que la aplicación funcione, ya que todas las dependencias son empaquetadas con la aplicación en el contenedor[20, p. 78].

Al permitir empaquetar las configuraciones, dependencias y código base de una aplicación en un contenedor Docker, se puede estandarizar una infraestructura para desplegar un contenedor en cualquier Sistema Operativo, mediante el correcto uso de un contenedor.

#### **b. Ligereza**

Docker encapsula la aplicación en contenedores lo que la diferencia del sistema operativo en el que se ejecutan, no es necesario virtualizar un SO completo[20, p. 78].

Al no virtualizar un S.O completo y compartir recursos informáticos del anfitrión se logra la utilización de los recursos de hardware de mejor manera, lo que sólo necesita una configuración mínima de archivos para que funciones los microservicios necesarios para desplegar una aplicación web.

#### **c. Escalable**

Al permitir gestionar los contenedores desde el archivo Dockerfile y docker-compose de configuración como se establece en el apartado 3.2.2.4., se pueden definir varios contenedores en uno general dando paso a los microservicios, además, de poder integrar otros softwares de Integración continua que permite mejorar el tiempo de respuesta.

#### **3.3.2.6.1. Beneficio para el despliegue de aplicaciones utilizando la contenerización.**

Al contenerizar aplicaciones informáticas como alternativa a la virtualización existe varios beneficios como se expone: los contenedores son más ligeros que la virtualización completa mediante la utilización de VirtualBox. Docker utiliza funcionalidades de aislamiento de recursos del Kernel de Linux para establecer contenedores independientes, donde se logra una eficiencia en la ejecución de aplicación con sus respectivas dependencias [21].

### **3.4. MONITOREO DE SOFTWARE**

#### **3.4.1. Factores de Calidad**

En el año 1991 para medir la calidad de los sistemas informáticos, debían regirse al modelo de la ISO/IEC 9126, el cual se mantuvo vigente hasta el año 2009. A partir de este año, crearon la ISO/IEC 25000, la misma que está compuesta por mejoras y nuevos requisitos [22].

Al especificar modelos que permitan establecer estándares para la especificación y evaluación de la calidad de sistemas informáticos, ya sea medidas internas como externas del comportamiento, infraestructura de despliegue, además evaluar aspectos informáticos (Hardware y Software).

En tal sentido, este proyecto empleará el modelo de la ISO antes mencionada, con la finalidad de evaluar la calidad del sistema “Gestor Documental”. Se puede mencionar que esta ISO, se rige a lo siguiente:

- **Funcionalidad:** Disposición de funcionalidades que cubran las necesidades del usuario bajo el marco de especificaciones sobre su uso adecuado [22].
- **Fiabilidad:** Capacidad de mantener un rendimiento óptimo [22].
- **Usabilidad:** Capacidad de ser entendido fácilmente por el usuario [22].
- **Eficiencia:** Capacidad de sistema informático de proporcionar un rendimiento acorde al uso relativo de recursos informáticos (hardware y software) [22].
- **Mantenibilidad:** Facilidad para realizar mantenimiento a nivel de software como mejoras o cambios en el entorno [22].
- **Portabilidad:** Capacidad de software de ser ligero y ejecutado en diferentes entornos fácilmente [22].

### 3.5. HERRAMIENTAS INFORMÁTICA PARA MEDIR EL RENDIMIENTO

Las herramientas informáticas que se necesitarán para medir el rendimiento de la aplicación son: Cadvisor, Node\_exporter, Prometheus y Grafana. Cabe destacar, que estas herramientas realizan el monitoreo exhaustivo de la aplicación en uso.

#### 3.5.1. Cadvisor

Este recurso informático desarrollado por Google para desarrolladores de contenedores, permite tener una comprensión del uso de recursos y las características de rendimiento de los contenedores en ejecución manteniendo parámetros de uso histórico de recursos y estadísticas de red [23].



**Figura 3.6.** Cadvisor Logo [24].

#### 3.5.2. Node\_exporter

Es una librería que se encarga de obtener y exportar métricas en un formato para que Prometheus pueda consumir en un base de datos en series temporales [25].

### 3.5.3. Prometheus

Este recurso informático de monitoreo y alerta de sistema de código abierto, permite recopilar y almacenar métricas como datos de series temporales, es decir, toda información se guarda con etiquetas esta puede ser de tiempo de registros, clave-valor y otras etiquetas [26].



**Figura 3.7.** Prometheus Logo [27].

### 3.5.4. Grafana

Es un software OpenSource, que permite visualizar, consultar y comprender métricas mediante la importación de paneles de control, es decir, un panorama gráfico de la aplicación de forma detallada y comprensible [26].



**Figura 3.8.** Grafana Logo [27].

### 3.5.5. Apache JMeter

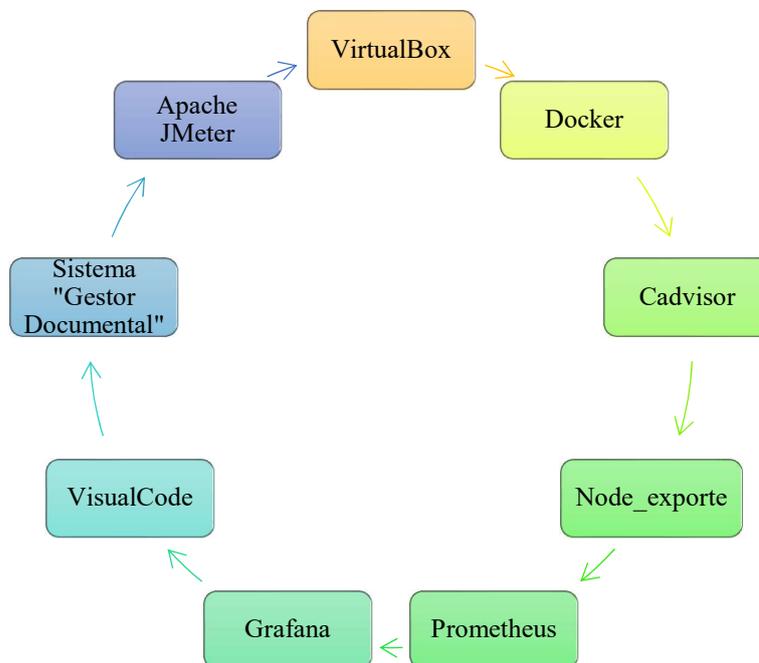
Es una aplicación de Java, diseñada para cargar, probar el comportamiento funcional y medir el rendimiento de aplicaciones webs. Adicional, es un software de código abierto, que permite probar el rendimiento tanto en recursos estáticos como dinámicos [28].



**Figura 3.9.** Apache JMeter Logo [28].

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1.MATERIALES



**Figura 4.1.** Materiales.

### 4.2.MÉTODOS

La modalidad de investigación a aplicarse en el proyecto investigativo es de tipo mixta, la misma que permite integrar y combinar la metodología cualitativa y cuantitativa. Al igual que la investigación de campo.

Asimismo, se aplicará diversos tipos de investigación como la bibliográfica, la cual se la define como un proceso sistemático que permite analizar, seleccionar, recolectar, clasificar y evaluar contenido tanto físico como virtual, tomando como referencia investigaciones existentes de distintos autores y proyectos relevantes enfocados al tema propuesto.

También se empleará la investigación aplicada, dado que, se trabajará conjuntamente con los estudiantes de ciclos superiores de la carrera de sistemas de información para obtener resultados del conocimiento que tienen sobre el despliegue de aplicaciones en herramientas virtuales.

Además, la investigación descriptiva debido a que el proyecto está enfocado al análisis de las principales características del fenómeno de estudio que pretende establecer nuevas tendencias de aprendizaje.

Al tratar de establecer una operatividad de procesos conjuntos para la investigación realizada, se utilizará técnicas de recolección de datos para garantizar un proceso impecable en el desarrollo del análisis comparativo mediante la información validada.

A través de la encuesta se pretende conocer las respuestas emitidas por los estudiantes para la elaboración de resultados, la misma será elaborada con Google Forms.

También se utilizará una ficha bibliográfica para registrar información resumida de artículos, libros, revistas científicas referente al objeto de estudio, provenientes de bibliotecas virtuales de alto impacto.

Para la validación de expertos se empleará el método de investigación “La escala de Likert”, la misma que se aplicará a los expertos mediante un cuestionario, permitiendo medir la opinión de los mismos, en cambio, para la validación de la hipótesis se utilizará el método Alfa de Cronbach.

### **4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **4.3.1. Población**

Para definir la población para el presente proyecto de investigación se ha tomado en consideración a los estudiantes matriculados de sexto a noveno ciclo de la carrera en informática y sistemas computacionales, análogamente a los docentes que les imparte la cátedra correspondiente con el objetivo de efectuar una encuesta de conocimiento sobre los temas Máquinas Virtuales y Docker, mediante una consulta exhaustiva se obtuvo una población de estudiante con un total de 106 personas beneficiarias directas.

**Tabla 4.1.** Datos del universo de estudio.

<b>Estudiantes</b>				<b>Total</b>
<b>Sexto</b>	<b>Séptimo</b>	<b>Octavo</b>	<b>Noveno</b>	
20	18	10	61	109

Los datos de la población se lo han extraído del Centro Administrativo de Secretariado en el **Anexo D** se adjunta la solicitud respectiva.

#### **4.3.2. Muestra**

Al definir la población en un tamaño exuberantemente pequeña de beneficiarios no se realizará el muestreo correspondiente, por tal razón se utilizará el mismo tamaño de la población para la muestra.

#### 4.4.MÉTRICAS PARA EVALUAR SISTEMAS INFORMÁTICOS

Al realizar un análisis comparativo entre Máquinas Virtuales y Docker para el despliegue de software se utilizará el estándar ISO/IEC 25010, de los cuales, se aplicarán las cualidades de Rendimiento y de Portabilidad en el desarrollo investigativo/practico[29], se ha definido estas métricas por los siguientes motivos:

- Al definir el despliegue de la aplicación del Gestor Documental tanto en Máquinas Virtuales como en Docker, se deberá seguir estándares y métricas para establecer un despliegue de calidad, por lo que, no es posible abarcar todas las métricas para la aplicación y el despliegue.
- Al decir que métricas se ejecutará se ha decido utilizar los estándares de Rendimiento y de Portabilidad, ya que aportan gran beneficio en el ciclo de desarrollo como de despliegue de la aplicación, mediante la evaluación de sus métricas como se muestra en la **Tabla 4.2** y la **Tabla 4.3**.

#### Rendimiento

**Tabla 4.2.** Métricas de Rendimiento ISO/ 25010 [30].

Sub características	Métricas
Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta
	Tiempo de espera
	Rendimiento
Utilización de recursos	Utilización de CPU
	Utilización de memoria
	Utilización de dispositivos de E/S
Capacidad	Número de peticiones en línea
	Numero de accesos simultáneos
	Sistemas de transmisión de ancho de banda

#### Portabilidad

**Tabla 4.3.** Métrica de Portabilidad ISO/ 25010 [20, p. 10]..

Sub características	Métricas
Adaptabilidad	Adaptabilidad en entorno hardware
	Adaptabilidad en entornos de software
	Adaptabilidad en entorno organizacional

Capacidad para ser instalado	Eficiencia en el tiempo de instalación.
	Facilidad de instalación
Capacidad para ser reemplazado	Consistencia en la función de soporte al usuario.
	Inclusividad funcional
	Uso continuo de datos

## 4.5. CASO DE ESTUDIO

Para aplicar las métricas del estándar de la ISO 25010, se utilizará la aplicación web de un Gestor Documental, la misma que se describirá su funcionalidad posteriormente.

### 4.5.1. Descripción del “Gestor Documental”

El sistema informático “Gestor Documental” desarrollado en ciclos anteriores, tiene como funcionalidad priorizar documentos, almacenar, clasificar y establecer un servicio en la gestión documental para el área administrativo.

### 4.5.2. Implementación de Máquinas Virtuales

Para el despliegue de aplicaciones en Máquinas Virtuales se ha utilizado VirtualBox con el Sistema Operativo Windows 10 Home, al igual que, el SO Ubuntu 18.4.5.

### 4.5.3. Implementación de contenedores Docker

La herramienta utilizada para implementar contenedores en la aplicación del Gestor Documental desarrolla en Django es Docker Desktop para Windows 10 Home de 64 bits, el Manual de instalación de la herramienta se lo encuentra en el **Anexo M**.

Para transformar el proyecto del Gestor Documental desarrollado con Python en una imagen con varios contenedores se deberá configurar archivos ligados a la aplicación como se muestra en la **Tabla 4.4**.

**Tabla 4.4.** Archivos de Configuración.

Archivos	Funcionalidad
Dockerfile	Se detalla el código base a utilizar (Python 3.7.6)
docker-compose.yml	Se detalla que servicios se utilizarán (Django, PostgreSQL y otros)
requeriments.txt	Se detalla las librerías que necesita el proyecto
.env	Se detalla requisitos de configuración de todo el proyecto

Al ejecutar el proyecto desde los archivos de configuración mediante el comando “docker-compose build”, este se encargará de descargar todas las dependencias especificadas en los archivos de configuración de Dockerfile, este proceso puede tardar entre 3 a 5 minutos. Cabe mencionar, que la descarga dependerá de la capacidad del hardware y la conexión a internet. Al finalizar la descarga, se deberá ejecutar el proyecto mediante el comando “docker-compose up”, el cual construirá el contenedor y levantará todos los servicios del proyecto “gestor documental”, como se muestra en el **Anexo H**.

#### 4.6.UTILIZACIÓN DE RECURSOS INFORMÁTICOS Y PORTABILIDAD

Para el despliegue de la aplicación se deberá tener en cuenta los recursos informáticos que se ocuparán, por ende, se utilizará métricas y fórmulas para medir el Rendimiento de los recursos informáticos como se muestra en la **Tabla 4.5**.

**Tabla 4.5.** Métricas de Rendimiento [30].

Métricas	Formulas	Descripción
CPU	$X = A$	A= Recurso de CPU utilizando en una tarea
Memoria RAM	$X = A$	A= cantidad de recursos utilizado para realizar una o varias tareas
Utilización de dispositivos de E/S	$X = A/B$	A= Tiempo de operación. B= cantidad de dispositivos de E/S ocupados para realizar una tarea.

Al identificar el uso del CPU, se podrá comparar que despliegue es más eficiente, por tal motivo el consumo de CPU debe ser mínimo al momento de ejecutar funcionalidades propias de la aplicación.

El consumo de la memoria RAM se verá afectada al ejecutar varias tareas al mismo tiempo, debido que cada tarea utilizará una mínima cantidad de memoria.

La tabla que se presenta a continuación reflejará las métricas de portabilidad, donde se tomará en cuenta la subcaracterística **Capacidad de ser Instalado**.

**Tabla 4.6.** Métricas de Portabilidad [31, pp. 32–35].

Métricas	Formulas	Descripción
Eficiencia en el tiempo de instalación	$X=A/T$	A=Número de reintentos al instalar la aplicación. T= Tiempo transcurrido
Facilidad de instalación	$X=A/B$	A=Número de casos éxitos al instalar la aplicación cambiando la configuración B=Número de casos que los desarrolladores cambian el proceso de instalación de la aplicación.

#### 4.7.CONDICIONES INICIALES DEL EQUIPO A EVALUAR

Al tomar como métrica los recursos informáticos se tomará en cuenta las características del equipo de cómputo donde se desplegará la aplicación con Máquinas Virtuales y Docker. En la **Tabla 4.7** y **Tabla 4.8** se presentan las condiciones de los equipos de cómputo.

**Tabla 4.7.** Característica del equipo con Máquina Virtual.

Característica del equipo de Computo	
Equipo	DESKTOP-CLFDA73
Sistema Operativo	WINDOWS 10 Home Single Language
CPU	Intel(R) Core (TM) i5-3470 CPU@/ 3.20GHz 3.20GHz
RAM	8,00 GB
Disco Duro	HDD 466 GB (pendiente)
Tipo de Sistema	Sistema Operativo de 64 bits

**Tabla 4.8.** Característica del equipo con Docker.

Característica del equipo de Computo	
Equipo	DESKTOP-3K8I4ED
Sistema Operativo	WINDOWS 10 Home
CPU	Intel(R) Core (TM) i7-3770 / 3.40GHz
RAM	6,00 GB
Disco Duro	HDD 466 GB
Tipo de Sistema	Sistema Operativo de 64 bits

Para evaluar el despliegue de la aplicación del Gestor Documental se ha planteado la posibilidad de utilizar tres navegadores más populares según [32]. En la **Tabla 4.9**, se observa las características de los navegadores.

**Tabla 4.9.** Características de los navegadores más utilizados [32].

<b>Características de los navegadores</b>	
Google Chrome	98.0.4758.102
Mozilla Firefox	97.0.1
Microsoft Edge	98.0.1108.56

El análisis comparativo se lo realizara mediante la experticia de instalación, configuración y despliegue del Gestor Documental entre las Máquinas Virtuales y Docker. Sin embargo, se tomará en cuenta el rendimiento de la aplicación desde el inicio de sesión por parte del usuario, las métricas estarán relacionadas al consumo de memoria y CPU al realizar la visualización de un Documento

## **5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **5.1. NAVEGADOR DE PRUEBA PARA EL DESPLIEGUE**

Al disponer de varios navegadores aptos para la presentación del sistema informático del Gestor Documental, se ha optado por establecer el navegador Google Chrome como la piedra angular para realizar el testeo de rendimiento de los recursos informáticos, ya que es considerado el navegador más versátil y compatible con la mayoría de los proyectos informáticos desplegados en la red mundial “Internet”, a su vez el más veloz en repuestas de peticiones basado se en las funcionalidades de la aplicación desplegada.

Cabe destacar, que Google Chrome funciona en la mayoría de los sistemas operativos ya sea un computador como un dispositivo móvil facilitando la disponibilidad en múltiples plataformas.

### **5.2. MONITOREO DESCENTRALIZADO**

El monitoreo/testeo descentralizado de cada despliegue se logró con la implementación de (sistemas informáticos o herramientas tecnológicas) como: Prometheus, Node\_exporter y Grafana, con el fin de identificar el rendimiento en graficas estadísticos de la misma manera obtener datos para su respectivo análisis por parte de los Investigadores utilizando el método analítico crítico, análogamente en el **Anexo P**, se puede observar las interfaces de Grafana con

los datos del testeo a nivel de rendimiento y disponibilidad de los despliegues en VirtualBox y Docker.

### 5.3. RENDIMIENTO DE RECURSOS INFORMÁTICOS

En este apartado se dispone de múltiples pasos, el primordial a resaltar es la medición de rendimiento para ello se ha establecido el uso previo de la aplicación del Gestor Documental en el navegador Google Chrome tanto para las versiones desplegadas en VirtualBox y Docker, con el fin de obtener datos medibles entre los despliegues para realizar el análisis comparativo utilizando Grafana como software de monitoreo descentralizado y Apache JMeter como software de carga de Hilos/Peticiones como se muestra en la **Tabla 5.1**.

La carga de hilos se la realizo tomando en cuenta las funcionalidades más utilizadas en un Gestor Documental, los resultados del testeo se lo pueden encontrar en el **Anexo O**.

**Tabla 5.1.** Configuración de testeo en Apache JMeter.

N° Hilos	Peticiones http	Nombre de Servidor	Puerto	Ruta	Tipo de Petición
<b>500</b>	Page Login	localhost	8000	/	GET
	Login	localhost	8000	/accounts/login/?next=	POST
	Visualizar Carpetas	localhost	8000	/documento/visualizar_documentos/	GET
	Documentos no Aprobados	localhost	8000	/documento/documentos NoAprobados/	GET

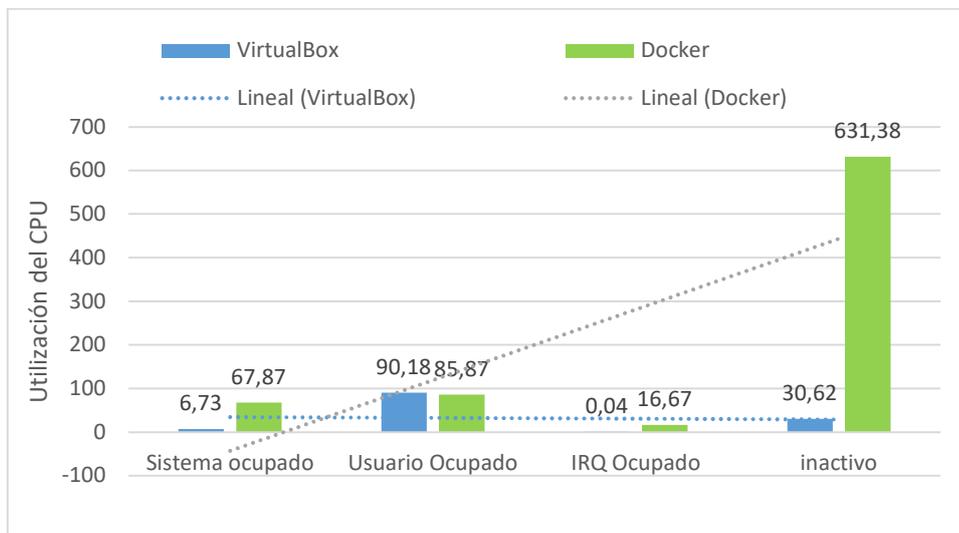
**Tabla 5.2.** Resultados de Carga de Datos VirtualBox y Docker.

	VirtualBox					Docker				
<b>Etiqueta</b>	<b>Muestra</b>	<b>Media</b>	<b>Error</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Kb/sec</b>	<b>Muestra</b>	<b>Media</b>	<b>Error</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Kb/sec</b>
<b>Page Login</b>	500	42126	13.60%	3.2/sec	12.32	500	14126	1.40%	4.7/sec	18.79
<b>Login</b>	500	9331	1.80%	3.2/sec	12.10	500	6375	0.00%	4.7/sec	17.83
<b>Visualizar Carpetas</b>	500	9132	0.60%	3.2/sec	13.12	500	6704	0.00%	4.7/sec	19.28
<b>Documentos no Aprobados</b>	500	8084	0.20%	3.2/sec	13.17	500	6011	0.00%	4.8/sec	19.63
<b>Visualizar pdf</b>	500	121	0.00%	3.3/sec	625.78	500	627	0.00%	5.0/sec	958.11
<b>Total</b>	25000	13759	3.24%	16.1/sec	668.11	25000	6780	0.28%	23.2/sec	963.64

### 5.3.1. Utilización del CPU

En la **Figura 5.1** se observa el consumo del CPU de cada despliegue se ha logrado evidenciar que el consumo en las Máquinas Virtuales, es mayor en consideración de Docker, ya que solo ocupa los recursos del anfitrión, en cambio las Máquinas Virtuales han sembrado el rendimiento del anfitrión para los huéspedes por lo tanto el consumo del CPU es mayor.

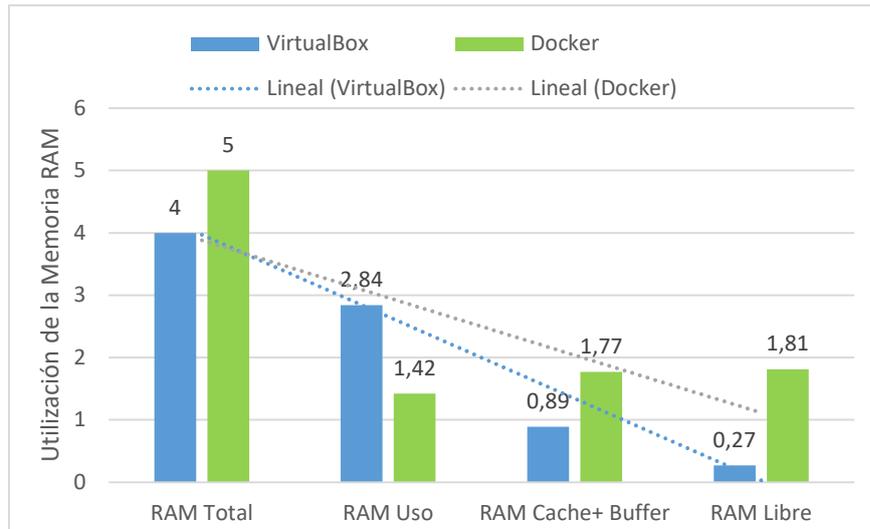
**IRQ (Temporizador del sistema) ocupado** es la de asignar prioridades a los pedidos mediante las señales realizadas mediante un dispositivo de hardware (teclado o tarjeta de sonidos), es utilizado exclusivamente para operaciones internas.



**Figura 5.1.** Utilización del CPU.

### 5.3.2. Utilización de la Memoria RAM

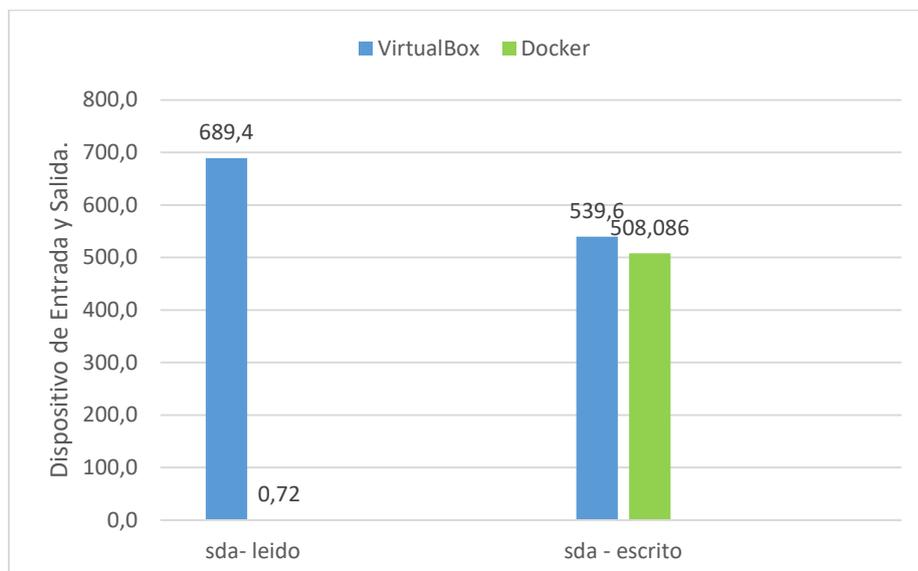
Para evidenciar el consumo de la memoria RAM se ha tomado en consideración la “RAM en uso + RAM cache/buffer” al desplegar el Gestor Documental en Docker se ha observado que el consumo es considerablemente menor de la RAM en uso que la del cache/buffer eso pasa por que el despliegue trabaja en segundo plano, mediante la utilización de la Herramienta Docker haciéndolo más veloz y eficiente en consideración de los despliegues tradicionales.



**Figura 5.2.** Utilización de la memoria RAM.

### 5.3.3. Dispositivo E/S

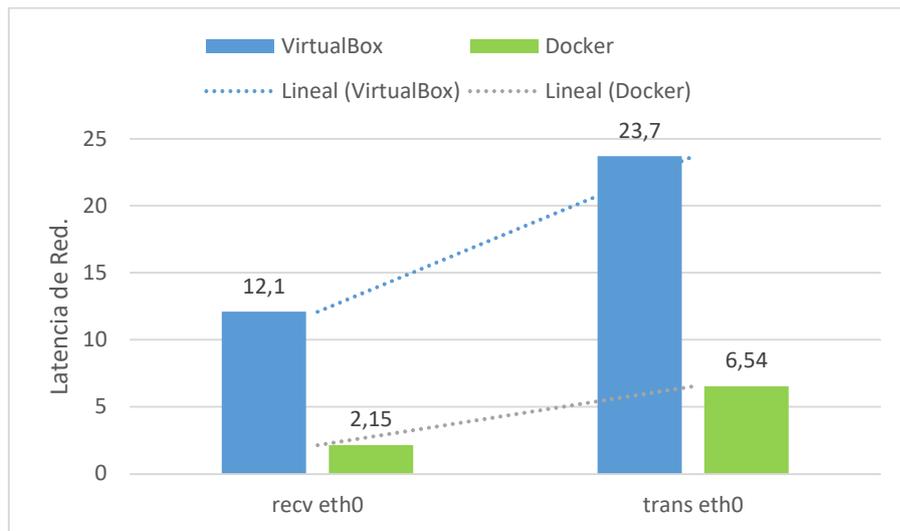
Se ha considerado que el sistema desplegado cumpla las siguientes funcionalidades de gestionar, recompilar, almacenar y transmitir datos, es decir, que permita el ingreso y emitir la información mediante la utilización de la aplicación, lo que hace el despliegue en Máquinas Virtuales y Docker, pero al tratar de establecer cuál es la mejor opción se ha ponderado la RAM. Por lo que se ha verificado que “Docker” es la mejor opción por su versatilidad y flexibilidad en los despliegues de pruebas.



**Figura 5.3.** Dispositivo E/S.

### 5.3.4. Latencia de Red

La medición de la latencia de red se lo hace en milisegundos para los paquetes de datos enviados y recibidos desde el servidor, en ambos casos se nota una diferencia en los despliegues de Máquinas Virtuales (VirtualBox) y Docker, ya que el despliegue en contenedores nos da un tiempo de respuesta menor lo que lo hace una aplicación rápida y eficiente para el despliegue en servidores de producción, sin embargo, también se lo puede usar para realizar pruebas de producción.



**Figura 5.4.** Latencia de Red.

## 5.4. PORTABILIDAD

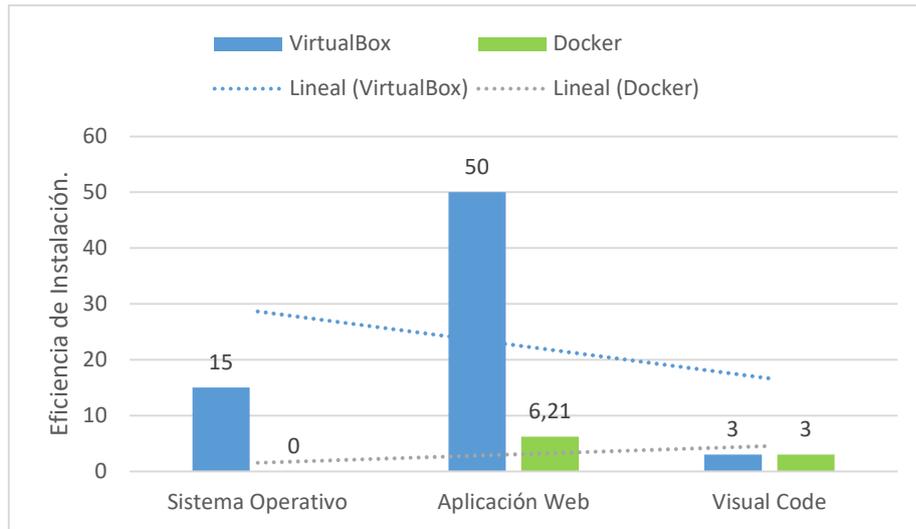
### 5.4.1. Capacidad para ser Instalado

#### 5.4.1.1. Eficiencia en tiempo de instalación

Es una métrica externa de calidad, está encargada de medir cuanto tiempo es requerida para instalar todos los componentes del sistema a ser desplegado.

Al estimar el tiempo de instalación del Sistema Operativo en Docker para el despliegue de la aplicación del Gestor Documental se ha estimado en cero minutos/cero segundos, ya que Docker trabaja con contenedores que literalmente son virtualizaciones ligeras que no necesitan de un Sistema Operativo completo, sin embargo, Docker trabaja con la kernel de Linux.

El despliegue del Gestor Documental desde Docker instalado librerías, dependencias, lenguaje de programación y gestor de base de datos, se estimó un tiempo de instalación de seis minutos con veintiún segundos, haciendo que Docker sea la herramienta tecnológica más versátil por su tiempo de instalación y ejecución desde cero.

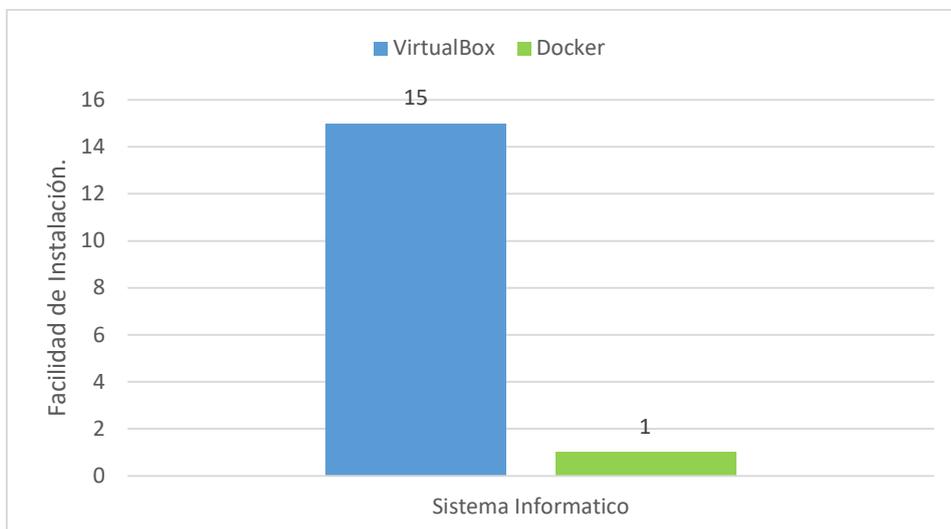


**Figura 5.5.** Eficiencia en tiempo de instalación.

#### 5.4.1.2. Facilidad de instalación

Esta métrica externa de calidad cuenta cuantas veces el desarrollador a cambiando la configuración del software a su conveniencia para realizar el despliegue de forma exitosa.

Para el despliegue utilizado Docker la instalación y configuración es totalmente fácil por lo que se realizó un solo intento en la configuración para la aplicación y el gestor de la base de datos.



**Figura 5.6.** Facilidad de instalación.

## 5.5. INFRAESTRUCTURA MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKER

### 5.5.1. Máquinas Virtuales

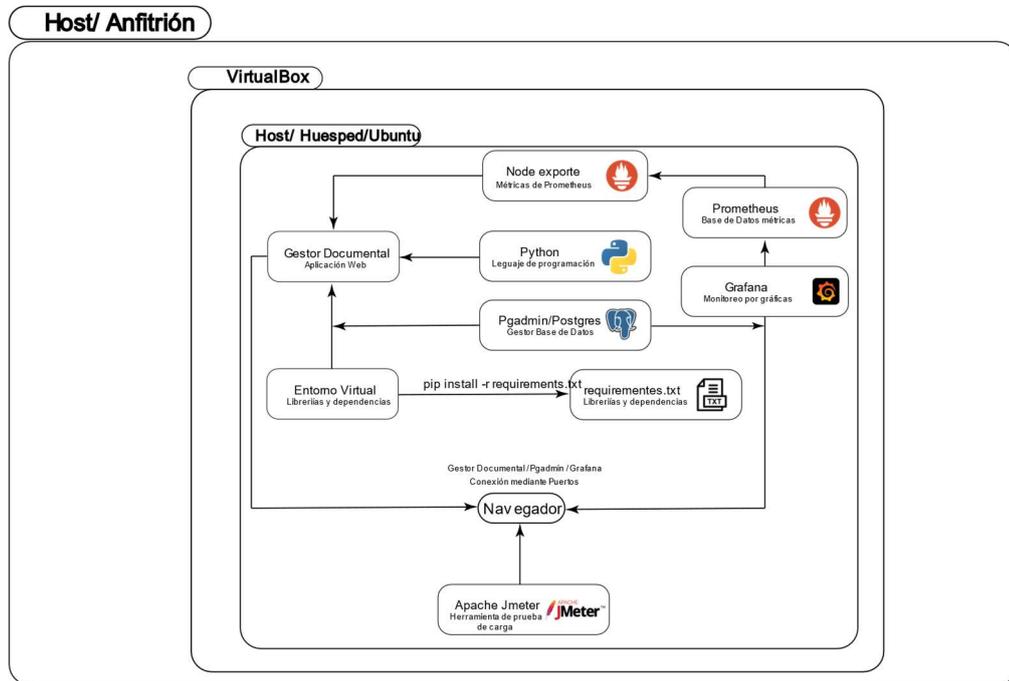


Figura 5.7. Infraestructura despliegue con Máquinas Virtuales.

### 5.5.2. Docker

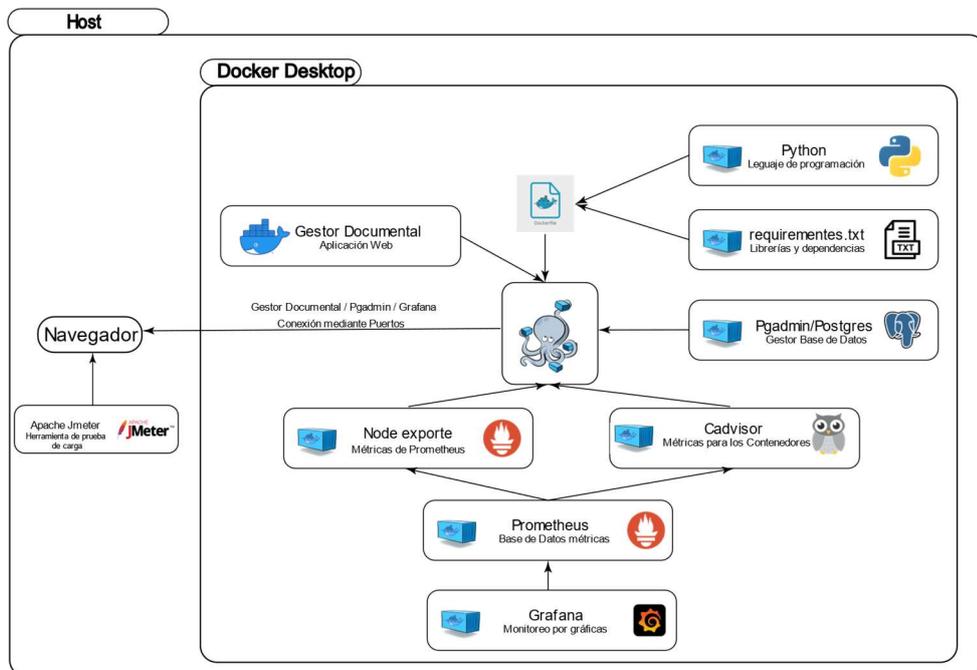


Figura 5.8. Infraestructura despliegue con Docker.

## 5.6. DESEMPEÑO DE LA VIRTUALIZACIÓN Y DOCKER

Se tendrá en cuenta las fórmulas de cada métrica las mismas que están especificadas en la **Tabla 4.5** y la **Tabla 4.6** para establecer el desempeño de cada despliegue con los datos recompilados con la herramienta de monitoreo Grafana, Prometheus y Node\_exporte y Apache JMeter.

**Tabla 5.3.** Validación de desempeño utilizando formulas.

Métrica	Formulas	VirtualBox	Docker
CPU	X=A	100%	15 %
Memoria RAM	X=A	81%	41 %
Latencia de red	n/a	23.7 ms	6.54 ms
E/S	X=A/B	1.5	10,996 kb/s
		30.128	16,469 kb/s
Eficiencia en tiempo de instalación	X=A/T	0.14	0.10
Facilidad de instalación	X=A/B	7	1

## 5.7. RENDIMIENTO ENTRE LA VIRTUALIZACIÓN Y DOCKER

Al realizar un trabajo investigativo y practico los investigadores han concordado las características de cada herramienta de virtualización que se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 5.4.** Características

Docker	Máquinas Virtuales
Realiza una virtualización más ligera enfocada a la encapsulación de un sistema informático.	Se necesita contar con un procesador que permita la virtualización.
Es muy ligero.	Ocupa gran capacidad de recurso de Hardware y Software.
Comparte el sistema operativo del host.	Tiene compatibilidad con cualquier SO.
Requiere muy poco espacio de memoria.	Minimiza por la mitad los recursos de cada componente.
El tiempo en configurar y levantar una aplicación es en minutos.	La configuración dependerá del SO que se esté utilizando.
Proporciona un servicio de microservicio.	Para cada microservicio se requiere una MV.
Eficiencia en la portabilidad.	Baja eficiencia en portabilidad.

## 5.8. ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

La encuesta se aplicó a los estudiantes de la carrera de Sistemas de Información de sexto a noveno ciclo, cabe recalcar que, de los 109 estudiantes, 106 cumplieron con llenar la encuesta, y con ello se obtuvo como resultado lo siguiente:

**Tabla 5.5.** Resultado de la pregunta 1

Pregunta	Respuestas	
	SI	NO
1. ¿Conoce usted que es un software de virtualización?	104	2

**Tabla 5.6.** Resultado de la pregunta 2

Pregunta	Respuestas	
	SI	NO
2. ¿Ha utilizado usted herramientas de virtualización?	103	3

**Tabla 5.7.** Resultado de la pregunta 3

Pregunta	Respuestas			
	VirtualBox	Citrix XenServer	VMware Workstation	Docker
3. Si su respuesta anterior fue SI. Seleccione el tipo de herramienta que ha utilizado.	100	2	19	2

**Tabla 5.8.** Resultado de la pregunta 4

Pregunta	Respuestas	
	SI	NO
4. ¿Durante su periodo académico ha desplegado aplicaciones en herramientas de virtualización?	86	20

**Tabla 5.9.** Resultado de la pregunta 5

Pregunta	Respuestas	
	SI	NO
5. ¿Conoce usted qué es Docker?	27	79

**Tabla 5.10.** Resultado de la pregunta 6

Pregunta	Respuestas	
	SI	NO
6. ¿Conoce usted cómo se utiliza Docker?	12	94

**Tabla 5.11.** Resultado de la pregunta 7

Pregunta	Respuestas	
	SI	NO
7. ¿Le gustaría utilizar Docker como herramienta de virtualización en su período académico?	92	14

Con la ayuda de los estudiantes de los ciclos superiores de la carrera se pudo determinar que de los 106 encuestados el 98,11% conocen que es un software de virtualización el otro 1,89% no tienen conocimiento del mismo.

Del mismo modo, un 97,17% han utilizado herramientas de virtualización durante su formación académica y el otro 2,83% no lo han utilizado. Dentro de las herramientas un 99% y con ayuda de los artículos [33, p. 41], [34] las personas prefieren utilizar VirtualBox, siguiéndole Wmware Workstation con un 17,9%, entre Citrix XenServer y Docker ambas obtienen el mismo porcentaje de 2%.

En cuestión de despliegue de aplicaciones un 81,13% de los estudiantes han desplegado sus aplicaciones en herramientas de virtualización, pero, un 18,87% no lo han realizado.

Así también, con esta encuesta se pudo identificar que un 25,47% de las personas conocen de la herramienta Docker a diferencia de un 74,53% que no tienen conocimiento de la misma.

Finalmente, un 88,68% les gustaría utilizar Docker como herramienta de virtualización en su periodo académico, por otro lado, un 11,32% no está de acuerdo con dicha cuestión.

### 5.9. DEFINICIÓN DE ROLES DEL EQUIPO

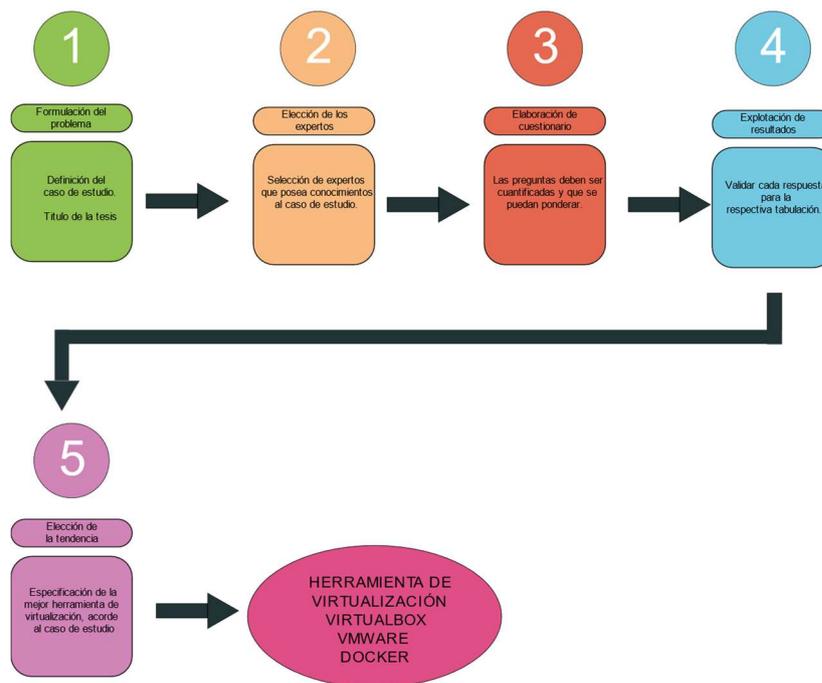
Con el fin de garantizar un proyecto investigativo y practico se ha tomado los siguientes roles los cuales se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 5.12.** Roles

Roles	Involucrados
Investigador	Ginger De la Bastida
Tester	Alex Zhinin
Asesor	Ing. Manuel Villa

### 5.10. CRITERIO DE EXPERTOS

Para ejecutar el criterio de expertos se ha tomado como referencia la pregunta: ¿Se está realizando el análisis comparativo correctamente utilizando como marco de referencia el estándar ISO 25010?, lo que permite mitigar errores de testeo innecesarios. Por otra parte, los investigadores buscan escoger que herramienta de virtualización es la mejor opción para el desarrollo, pruebas y despliegues en producción, por lo que se definió un proceso sistemático para la validación de expertos que se muestra en la **Figura 5.9.**



**Figura 5.9.** Metodología Criterio de Expertos.

El método de validación por criterio de expertos es utilizado para validar los resultados del análisis comparativo entre los despliegues en Máquinas Virtuales y Docker, lo que permitirá cualificar los datos para anticipar tendencias que se basan en los criterios de expertos mediante la elaboración de un cuestionario. Por lo tanto, los expertos emiten un juicio intuitivo y sistemático sobre aspectos del futuro a ser una tendencia.

El cuestionario se realizará mediante correo electrónico (gmail), permitiendo abarcar a un grupo significativo de profesionales ya que no se lo realiza de manera presencial.

## **5.11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

En la obtención de los resultados de la encuesta entre Máquinas Virtuales y Docker revela que existe un consenso mayoritario entre la población en los conocimientos básicos sobre Máquina Virtual y sus funcionalidades en base al despliegue de aplicaciones de prueba. Se reconoce que el 81,13% de la población maneja versátilmente las herramientas de virtualización de VirtualBox, mediante un conocimiento cognitivo y práctico, lo que permite identificar una tendencia al uso de la herramienta para las pruebas de campo y despliegues, sin embargo, Docker se ha evidenciado que no tiene mucho apogeo por lo estudiantes ya que desconocen ¿Qué es? y sus funcionalidades para el despliegue de aplicaciones tanto en pruebas como en producción, este déficit de conocimiento puede estar arraigado al área educativo universitario ya que no se ha tomado en consideración a Docker como una tendencia a futuro a ser enseñado como herramienta de desarrollo y despliegue.

En la métrica para la comparación predomina la tendencia del Almacenamiento y la Memoria RAM en el uso exuberante al realizar virtualizaciones completas ya que reserva recursos informáticos para la Máquina Virtual y la aplicación, conllevando a que el host sea más lento al realizar procesos informáticos. Sin embargo, Docker solo utiliza el Almacenamiento y Memoria RAM lo suficiente para levantar los servicios de la aplicación, mediante la utilización de contenedores, es decir, se utilizará una aplicación escalable a las necesidades de la aplicación tanto en recursos informáticos como de sistema aprovechando el uso de Docker-compose que permite la implementación del microservicio.

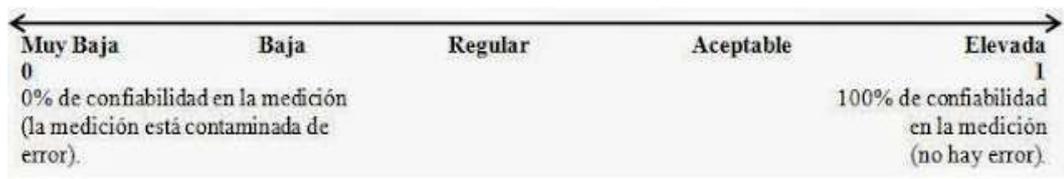
Con los datos obtenidos en la valoración de Rendimiento y de Portabilidad con el estándar ISO 25010 para los despliegues en Máquinas Virtuales y Docker usando como caso de estudio un Gestor Documental, se ha identificado procesos de desempeño mejores de cada herramienta. Esto facilita tener un punto de referencia para el uso de cada herramienta de virtualización con sus ventajas, desventajas, configuraciones y el sistema de infraestructura diseñado para el

desarrollo y despliegue, no obstante la correcta elección de una herramienta es indispensable si se toma en consideración los recursos informático en ese caso la elección es Docker por el uso de la virtualización a nivel de aplicaciones, es decir, no se realiza una virtualización del Sistema Operativo completo.

### 5.12. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la validación de la hipótesis se utilizó el método Alfa de Cronbach y el informe de opinión aplicado a los expertos. Para ello, se debe considerar que si el coeficiente Alfa de Cronbach “ $\alpha$ ” es mayor a 0,9 el proyecto se considera “Excelente”, si es mayor a 0,8 y menor a 0,9 es “Bueno”, si es mayor a 0,7 y menor a 0,8 es “Aceptable”, si es mayor a 0,6 y menor a 0,7 es “Cuestionable”, si es mayor a 0,5 y menor a 0,6 es “Pobre” y finalmente, si es menor a 0,5 el proyecto es “Inaceptable”[35].

Con los cálculos realizados, se puede observar que el proyecto esta con un coeficiente Alfa de Cronbach de **0,88**. Significando, que la validación obtiene como resultado “Bueno”, definiendo que mientras más se acerque el  $\alpha$  a 1 más alto es el grado de confiabilidad como se presenta en la **Figura 5.10**.



**Figura 5.10.** Confiabilidad del coeficiente Alfa de Cronbach [35].

Para el cálculo del Coeficiente Alfa de Cronbach se trabajó con los indicadores de evaluación del informe de opinión de expertos, debido a que los investigadores desean reflejar una correcta validación.

Para ello, se debe considerar:

**Tabla 5.13.** Formula y Nomenclatura [35].

Fórmula	Donde	
$\alpha = \frac{\kappa}{\kappa - 1} \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_T^2} \right]$	$\alpha$	Coeficiente de Alfa de Cronbach
	$\kappa$	El número de ítems
	$S_i^2$	Sumatoria de varianzas de los ítems

	$S_t^2$	Varianza de la suma total de los ítems
--	---------	--

**Cálculo:**

**Tabla 5.14.** Sumatoria con el informe de expertos.

INDICADORES DE EVALUACIÓN	INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS		SUMA DE ÍTEMS
	EXPERTO 1	EXPERTO 2	
Claridad de la investigación.	5	4	9
Objetividad de la investigación.	4	4	8
Consistencia de la investigación.	5	5	10
La hipótesis es clara y cumple con lo propuesto	5	5	10
Coherencia de la investigación.	4	4	8
Material adecuado para la investigación	5	5	10
Pertinencia de la investigación.	5	5	10
El tema propuesto por los investigadores es escalable.	4	4	8
<b>VARP</b>	<b>0,23</b>	<b>0,25</b>	<b><math>s_T^2</math>: 0,86</b>

$\sum s_i^2$ <b>0,48</b>
-----------------------------

### Cálculo para evaluar el Coeficiente Alfa de Cronbach

Con los resultados obtenidos en la tabla anterior se considera:

**Tabla 5.15.** Calculo para evaluar el Coeficiente Alfa de Cronbach.

Donde	
$\alpha$	?
<b>K</b>	2
$\sum s_i^2$	0,48
$s_T^2$	0,86

$$\alpha = \frac{\kappa}{\kappa - 1} \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_T^2} \right]$$

$$\alpha = \frac{2}{2 - 1} \left[ 1 - \frac{0,48}{0,86} \right]$$

$$\alpha = 2[1 - 0,56]$$

$$\alpha = 2[0,44]$$

$$\alpha = \mathbf{0,88}$$

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- Con la investigación bibliográfica en bibliotecas virtuales de alto impacto como eLibro, la Revista Cubana de Ciencias Informáticas y páginas oficiales como Docker y Microsoft, ha permitido a los investigadores recabar información sumamente importante para el desarrollo conceptual y analítico del proyecto.
- Para recopilar y evidenciar la información de los estudiantes de la carrera de sistemas de información se aplicó técnicas e instrumentos investigativos como encuestas y fichas bibliográficas que fueron de gran ayuda para fortalecer los subtemas planteados del proyecto.
- Durante la investigación de este trabajo y con el despliegue de la aplicación de un Gestor Documental en las dos herramientas de virtualización del estudio, se pudo analizar que ambas tienen distintos comportamientos en la utilización de la aplicación desplegado. Sin embargo, la eficiencia que representa Docker Desktop para Windows 10 en métricas de rendimientos y de portabilidad, permite evidenciar los servicios que tienen otorgándole ventajas ante VirtualBox con funcionalidad y tiempo de ejecución para prueba, desarrollo y despliegue.
- Con la instalación del Gestor Documental se ha logrado enfatizar las falencias de compatibilidad de softwares que son necesario para el despliegue de la aplicación en la Máquina Virtual (VirtualBox), porque todas las dependencias se han instalado desde líneas de comando, en cambio, Docker dispone de un método más eficiente donde se debe especificar dos archivos para instalar todas las dependencias de la aplicación, adicional con una línea de comando se podrá levantar todos los servicios que se han necesarios para su correcto funcionamiento.
- En cuestión de recursos informáticos se ha llegado a la conclusión que, utilizando virtualización en la Máquina Virtual el CPU ocupa el 100% de rendimiento, la RAM un 81% y su latencia de Red es 23.7 ms, a diferencia de Docker que utiliza un 15% de rendimiento del CPU, la RAM un 41% y su latencia de Red es 23.7 ms. Evidenciando con estos resultados que Docker ocupa menor cantidad de recursos informáticos.
- Con la validación de la hipótesis utilizando el método Alfa de Cronbach se concluye que, el proyecto investigativo tiene una confiabilidad de 0,88. Comprobando que el contenido cumple con los estándares planteados por los investigadores.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Para llevar un control sistemático de las fuentes bibliográficas se recomienda a los investigadores utilizar herramientas que faciliten el proceso de citar dentro del proyecto. Como ejemplo este equipo de trabajo ha identificado la herramienta Mendeley.
- Se recomienda aplicar técnicas e instrumentos de recolección de datos para cualquier proyecto investigativo, debido a que ayudan a los autores recopilar información y llevar a fondo la investigación para culminar con proyectos de calidad.
- Con los resultados obtenidos con el despliegue de la aplicación Gestor Documental en Máquinas Virtuales y Docker se recomienda que los programadores web, estudiantes y docentes consideren establecer estrategias y agilizar el desarrollo, pruebas y despliegue de aplicaciones de forma interactivo y versátil, además es importante considerar la disponibilidad de los recursos informáticos y la compatibilidad de los servicios informáticos para una aplicación o varias.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] “Software de virtualización.” <https://ayudaleyprotecciondatos.es/2021/05/17/software-de-virtualizacion/> (accessed Jan. 18, 2022).
- [2] Aqua, “A Brief History of Containers: From the 1970s Till Now,” 2016. <https://blog.aquasec.com/a-brief-history-of-containers-from-1970s-chroot-to-docker-2016> (accessed Feb. 09, 2022).
- [3] A. Hernández Yeja and J. Porven Rubier, “Procedimiento para la seguridad del proceso de despliegue de aplicaciones web,” *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 10, no. 2, pp. 42–56, 2016, Accessed: Jan. 06, 2022. [Online]. Available: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992016000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992016000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- [4] K. Bolaños Pérez and J. Hernández Perafán, “Estrategia para apoyar el despliegue de procesos en organizaciones software usando juegos serios,” pp. 1–111, 2017, Accessed: Jan. 06, 2022. [Online]. Available: <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/1721/ESTRATEGIA%20PARA%20APOYAR%20EL%20DESPLIEGUE%20DE%20PROCESOS%20EN%20ORGANIZACIONES%20SOFTWARE%20USANDO%20JUEGOS%20SERIOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [5] C. Sánchez Gomez and R. López, ““Estudio de herramientas de despliegue continuo de aplicaciones, y sus ventajas competitivas en un mundo marcado por la agilidad,” 2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/288502248.pdf> (accessed Feb. 09, 2022).
- [6] V. C. Todea, “Diseño e implementación de un sistema de entrega continua para aplicaciones web sobre contenedores Docker,” Oct. 2016, Accessed: Feb. 10, 2022. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/71386>
- [7] Hito Master DAP, “ágiles vs tradicionales.” <https://uv-mdap.com/programa-desarrollado/bloque-iv-metodologias-agiles/metodologias-agiles-vs-tradicionales/> (accessed Feb. 09, 2022).
- [8] R. Casallas and A. Yie, “Ingeniería del Software. Un Enfoque Practico 7ma edición,” *Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería*, pp. 1–810, 2012, Accessed: Feb. 09, 2022. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/24308956/Ingenieria\\_del\\_Software\\_Un\\_Enfoque\\_Practico\\_7ma\\_edici%C3%B3n](https://www.academia.edu/24308956/Ingenieria_del_Software_Un_Enfoque_Practico_7ma_edici%C3%B3n)
- [9] D. H. Buitrago Castro, “MIGRACIÓN DE MÁQUINAS VIRTUALES DE LAS PLATAFORMAS DE VIRTUALIZACIÓN ‘VMWARE A PROXMOX’ EN LOS SERVIDORES DE APLICACIÓN DE LA GOBERNACIÓN DE BOYACÁ,” 2018. <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2500/1/TGT-1089.pdf> (accessed Jan. 18, 2022).

- [10] L. A. Iñiguez Sanchez, “ARQUITECTURA TECNOLÓGICA PARA LA ENTREGA CONTINUA DE SOFTWARE CON DESPLIEGUE EN CONTENEDORES,” pp. 1–89, 2017, Accessed: Jan. 18, 2022. [Online]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28529/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- [11] B. S. Fernández Argudo and J. F. López Timbi, “Metodología para el despliegue de un datacenter definido por software,” 2020. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18870> (accessed Jan. 18, 2022).
- [12] S. Conesa Bono, “Gestión de entorno de virtualización para la creación automática de máquinas virtuales,” 2014. [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/113619/TFG\\_2014\\_ConesaBonoS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/113619/TFG_2014_ConesaBonoS.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (accessed Jan. 18, 2022).
- [13] Microsoft, “Información sobre Docker | Microsoft Docs.” <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/architecture/containerized-lifecycle/what-is-docker> (accessed Dec. 13, 2021).
- [14] “Docker Logos | Docker.” <https://www.docker.com/company/newsroom/media-resources> (accessed Feb. 10, 2022).
- [15] Docker docs, “Instalar Docker Engine en Ubuntu | Documentación de Docker,” 2021. <https://docs.docker.com/engine/install/ubuntu/> (accessed Dec. 13, 2021).
- [16] Docker docs, “Instalar Docker Desktop en Windows | Documentación de Docker,” 2021. <https://docs.docker.com/desktop/windows/install/> (accessed Dec. 13, 2021).
- [17] A. López García, “TRABAJO FIN DE GRADO Despliegue de aplicaciones escalables con Kubernetes,” pp. 1–96, 2019, Accessed: Jan. 06, 2022. [Online]. Available: <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/9871/LOPEZ%20GARCIA%2c%20ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [18] D. Roldán Martínez, P. J. Valderas Aranda, and V. Torres Bosch, “Microservicios : un enfoque integrado,” *eLibro*, vol. 0, pp. 1–184, 2018, Accessed: Jan. 05, 2022. [Online]. Available: <https://elibro.net/es/ereader/utcotopaxi/106522>
- [19] F. Balderas Guzmán, “Método para la supervisión de sistemas de contenedores virtuales basado en multi-modelado,” *Centro de Investigación y Estudios Avanzados*, 2020. <https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/3200/SSIT0016546.pdf?sequence=1> (accessed Jan. 05, 2022).
- [20] Jordi. Guijarro Olivares, J. Caparrós Ramírez, and L. Cubero Luque, “DevOps y seguridad cloud,” *eLibro*, vol. 0, pp. 0–310, 2019, Accessed: Jan. 05, 2022. [Online]. Available: <https://elibro.net/es/ereader/utcotopaxi/128889>
- [21] O. Lopez Villegas, D. Meziat Luna, and L. Bengochea Martinez, “Computación para el Desarrollo XIII Congreso,” *eLibro*, vol. 0, pp. 85–88, 2020.

- [22] N. Guevara Zavaleta, “EVALUACIÓN COMPARATIVA DE FRAMEWORKS DE DESARROLLO PARA MEDIR EL RENDIMIENTO EN APLICACIONES MÓVILES ANDROID,” 2017.  
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5239> (accessed Jan. 09, 2022).
- [23] “GitHub - google/cadvisor: Analyzes resource usage and performance characteristics of running containers.” <https://github.com/google/cadvisor> (accessed Jan. 11, 2022).
- [24] “google/cadvisor - Docker Image | Docker Hub.”  
<https://hub.docker.com/r/google/cadvisor> (accessed Feb. 10, 2022).
- [25] “Servidor de métricas Prometheus y aplicación práctica con Node-Exporter y Grafana | Sysadmins de Cuba.” <https://www.sysadminsdecuba.com/2019/01/servidor-de-metricas-prometheus-y-aplicacion-practica-con-node-exporter-y-grafana/> (accessed Jan. 14, 2022).
- [26] Prometeo, “Prometeo.” <https://prometheus.io/docs/introduction/overview/> (accessed Jan. 14, 2022).
- [27] “Open Source | Grafana Labs.” <https://grafana.com/oss/> (accessed Feb. 10, 2022).
- [28] “Apache JMeter - Apache JMeter™.” <https://jmeter.apache.org/> (accessed Feb. 21, 2022).
- [29] E. F. Maila Maila, “EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS OPEN SOURCE PARA PRUEBAS DE FIABILIDAD Y RENDIMIENTO DE APLICACIONES WEB,” 2017.  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19947/1/CD-9405.pdf> (accessed Jan. 09, 2022).
- [30] J. Llamuca-Quinaloa, Y. Vera-Vincent, and V. Tapia-Cerda, “Análisis comparativo para medir la eficiencia de desempeño entre una aplicación web tradicional y una aplicación web progresiva,” *Tecnológicas*, vol. 24, no. 51, pp. 164–185, Jul. 2021, doi: 10.22430/22565337.1892.
- [31] D. A. Mena, “ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE SISTEMAS MAESTRIA DE SOFTWARE,” pp. 1–82, 2020, Accessed: Jan. 18, 2022. [Online]. Available:  
[https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21372/1/CD%2010421.pdf?fbclid=IwAR2kAFbgD0TryCMOwlyd-fNWETRCQYA1bAcu2MiUQbGGy2Rvs8\\_rnsih2\\_k](https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21372/1/CD%2010421.pdf?fbclid=IwAR2kAFbgD0TryCMOwlyd-fNWETRCQYA1bAcu2MiUQbGGy2Rvs8_rnsih2_k)
- [32] “Los navegadores más rápidos de 2022: ¿Cuál es el navegador web más rápido? | Avast.” <https://www.avast.com/es-es/c-fastest-web-browsers#gref> (accessed Jan. 11, 2022).
- [33] C. Santana Martel, “Despliegue de una aplicación Ruby on Rails utilizando las tecnologías de virtualización Docker y CoreOS en la nube pública de Amazon Web Services,” 2017. [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/23928/1/0738904\\_.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/23928/1/0738904_.pdf) (accessed Feb. 23, 2022).

- [34] F. Sáenz Pérez, “Despliegue de SQL Server sobre Kubernetes Deploying SQL Server on Kubernetes - E-Prints Complutense,” 2020. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/61970/> (accessed Feb. 23, 2022).
- [35] “ASESORIA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO: CÓMO CALCULAR EL COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH.” <https://asesoriatesis1960.blogspot.com/2014/07/coeficiente-alfa-de-cronbach.html> (accessed Feb. 23, 2022).

## 8. ANEXOS

### Anexo A: Hoja de vida del tutor

#### HOJA DE VIDA TUTOR



#### INFORMACIÓN PERSONAL

CÉDULA	APELLIDOS	NOMBRES	SEXO
1803386950	VILLA QUISHPE	MANUEL WILLIAM	MASCULINO
FECHA DE NACIMIENTO	NACIONALIDAD	ESTADO CIVIL	TIPO DE SANGRE
15-03-1984	ECUATORIANO	SOLTERO	ORH+
DIRECCIÓN PROVINCIA		DIRECCIÓN CANTÓN	
TUNGURAHUA		PILLARO	
DIRECCIÓN CALLES PRINCIPALES		REFERENCIA DOMICILIARIA	No. DE CASA
BOLIVAR		CASA DE DOS PISOS	S/N
CONTACTO	TELÉFONO CONVENCIONAL	TELÉFONO CELULAR	ALTERNATIVO
	032422416	0983855980	
EMAIL PERSONAL		EMAIL INSTITUCIONAL	
<a href="mailto:William_villa007@hotmail.com">William_villa007@hotmail.com</a>			
CONTACTO EN CASO DE REFERENCIA			
PARENTEZCO	NOMBRES Y APELLIDOS	TELÉFONO CONVENCIONAL	
HERMANO	QUISHPE CARMEN	TELÉFONO CELULAR	0980706390
INFORMACIÓN BANCARIA			

## INSTRUCCIÓN FORMAL

NIVEL	REGISTRO SENESCYT	INSTRUCCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	PAÍS DONDE REALIZÓ LOS ESTUDIOS
TERCER	1042-06-705068	UNIVERSIDAD REGIONAL AUTONOMA D ELOS ANDES	INGENIERO EN SISTEMAS E INFORMATICA	ECUADOR
TERCER	1042-04-490189	UNIVERSIDAD REGIONAL AUTONOMA D ELOS ANDES	LICENCIADO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	ECUADOR
CUARTO	1002-16-86076391	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	MAGISTER EN INTERCONECTIVIDAD DE REDES	ECUADOR
CUARTO	1042-08-676420	UNIVERSIDAD REGIONAL AUTONOMA D ELOS ANDES	DIPLOMA SUPERIOR EN COMERCIO EXTERIOR	ECUADOR

## EXPERIENCIA LABORAL

EXPERIENCIA DOCENTE	INSTITUCIÓN	FACULTAD	MODALIDAD	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA
5 MESES	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	CONTABILIDAD Y AUDITORIA	PRESENCIAL	01-06-2012	
2 AÑOS	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	CONTABILIDAD Y AUDITORIA	PRESENCIAL	01-10-2012	01-02-2014
5 AÑOS	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS	PRESENCIAL	01-05-2016	ACTUALIDAD

EXPERIENCIA PROFESIONAL	INSTITUCIÓN	CARGO	MODALIDAD	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA
4 años y 6 meses	UNIVERSIDAD REGIONAL AUTONOMA DE LOS ANDES	ADMINISTRADOR DE REDES	PRESENCIAL	2006-07	2011-03
4 meses	SERVICIOS COMUNITARIOS SOCIEDAD ANONIMA	JEFE DE SISTEMAS	PRESENCIAL	2011-07	2012-01
2 meses	MEGAPROFER S.A.	TECNICO DE SISTEMAS	PRESENCIAL	2012-02	2012-03
1 AÑO 10 meses	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO U.T.A.	ANALISTA DE TECNOLOGIAS DE LA COMUNICACION E INFORMACION	PRESENCIAL	2014-06	2016-04

## CAPACITACIONES

NOMBRE DEL EVENTO	INSTITUCIÓN	DURACIÓN (HORAS)	APROBACIÓN /ASISTENCIA	FECHA INICIO	FECHA FIN	PAÍS
ACTUALIZACIÓN EN INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA EN BUSQUEDA ESPECIALIZADA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA	UNIVERSIDAD REGIONAL AUTONOMA DE LOS ANDES	120	SI	07/03/2018	15/04/2018	ECUADOR
CAPACITACIÓN DE ACTUALIZACIÓN DOCENTE CAREN	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	30	SI	06/04/2017	12/08/2017	ECUADOR
I SEMINARIO DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS AGROINDUSTRIALES	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	40	SI	16/01/2017	17/01/2017	ECUADOR

FORTALECIMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS FUNCIONES SUSTANTIVAS DE LA UTC	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	SI	13/03/2017	17/03/2017	ECUADOR
ELABORACIÓN DE PROYECTOS EN FORMATO SEMPLADES	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, SECRETARÍA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO	40	SI	04/06/2018	08/06/2018	ECUADOR
CISCO NETWORKING ACADEMY® CYBERSECURITY ESSENTIALS	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA	30	SI	01/11/2018	18/11/2018	ECUADOR
INTRODUCCIÓN A LA SEGURIDAD CIBERNÉTICA DE CISCO NETWORKING ACADEMY®	ACADEMIA CISCO	15	SI	01/11/2018	18/11/2018	ECUADOR
METODOLOGÍAS ÁGILES SCRUM	UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES	40	SI	18/11/2017	18/01/2018	ECUADOR
GESTIÓN ACADÉMICA MICROCURRICULAR	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	SI	05/03/2018	09/03/2018	ECUADOR

## CONGRESOS INTERNACIONALES

NOMBRE DEL EVENTO	INSTITUCIÓN	DURACIÓN (HORAS)	APROBACIÓN /ASISTENCIA	FECHA INICIO	FECHA FIN	PAÍS
I CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI	40	SI	22/11/2017	24/11/2017	ECUADOR
VI CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGIA E INVESTIGACION CIENTIFICA	CITICI, CIMTED	40	SI	16/05/2018	18/05/2018	ARGENTINA

## ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

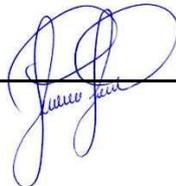
NOMBRE DEL TEMA	INSTITUCIÓN	ISSN	VOLUMEN	FECHA APROBACION	PAÍS
RECONOCIMIENTO FACIAL EN SUB-ESPACIOS: LINEALES Y NO-LINEALES, BASES DE DATOS DE ROSTROS Y MÁQUINA DE VECTORES DE SOPORTE	REVISTA ARJE DE POSTGRADOS UNIVERSIDAD DE CARABOBO	ISSN Versión electrónica 2443-4442, ISSN Versión impresa 1856-9153	22	06/06/2018	VENEZUELA

## DATOS ADICIONALES

POSEE DISCAPACIDAD				TIPO DE DISCAPACIDAD	No. CARNET DE DISCAPACIDAD	IDENTIFICACIÓN ÉTNICA
SI		NO	X			INDIGENA

Certifico que todos los datos anotados son de mi absoluta responsabilidad.

Atentamente,



FIRMA DE  
RESPONSABILIDAD

ING MANUEL  
WILLIAM VILLA  
QUISHPE, MG

**Anexo B:** Hoja de vida investigador 1

**HOJA DE VIDA  
INVESTIGADOR 1**



**DATOS PERSONALES**

**Cédula:** 172721663-0

**Nombres:** Ginger Liliana

**Apellidos:** De la Bastida Sornoza

**Fecha de Nacimiento:** 04-11-1998

**Lugar de Nacimiento:** Santa Prisca - Quito

**Estado Civil:** Soltera

**Dirección:** Urbanización San Francisco de Huarca

**Cantón:** Distrito Metropolitano de Quito

**Parroquia:** Chillogallo

**Teléfono:** 0983188729

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

**Primaria**

Escuela Físcal Mixta Contralmirante Manuel Nieto Cadena

**Secundaria**

Colegio Nacional Gonzalo Zaldumbide

**Título**

Bachillerato General Unificado

.....

**De la Bastida Ginger**

**172721663-0**

Anexo C: Hoja de vida de investigador 2

**HOJA DE VIDA  
INVESTIGADOR 2**



**DATOS PERSONALES**

**Cédula:** 1401278708

**Nombres:** Alex Paul

**Apellidos:** Zhinin Gomez

**Fecha de Nacimiento:** 03-12-1998

**Lugar de Nacimiento:** Macas(Ecuador)

**Estado Civil:** Soltero

**Dirección:** Av.29 de mayo y Maercelino Madero.

**Cantón:** Morona

**Parroquia:** Macas

**Teléfono:** 0968989792

**FORMACIÓN ACADÉMICA**

**Primaria**

Unidad Educativa Fiscomisional Don Bosco - Macas

**Secundaria**

Unidad Educativa Fiscomisional Don Bosco - Macas

**Título**

Bachillerato General Unificado

.....

**Zhinin Alex**

**140127870-8**

**Anexo D: Solicitud dirigida al área administrativa estudiantes matriculados**



Latacunga, a 17 Febrero 2022

**Decano de la Facultad Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**

**Ing. Mauro Albarracín**

Presente

De mi consideración

Yo, **Zhinin Gómez Alex Paúl**, estudiante de la carrera Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, con cédula **140127870-8** me dirijo a Ud., para solicitarle de la manera más comedida me conceda el número total de estudiantes matriculados en 6to, 7mo, 8vo y 9no de la carrera, debido a que esta información es necesaria para el Desarrollo de mi tesis con el tema "**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKERS PARA EL DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO APLICACIÓN DE UN GESTOR DOCUMENTAL**", esta información se manejará con debida precaución.

De antemano, agradezco su atención y comprensión:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Zhinin Gómez Alex Paúl', is written over a dotted line.

**Zhinin Gómez Alex Paúl**  
C.I 140127870-8



**Anexo E:** Formulario de Encuesta

**Tema:** Análisis comparativo del uso de Máquinas Virtuales y Docker para el despliegue de aplicaciones de software: caso de estudio aplicación de un “Gestor Documental”

**Autores:** De la Bastida Ginger – Zhinin Alex

**Fecha:** 26/01/2022

Dirigida a los estudiantes de sexto a noveno semestre de la carrera de Sistemas de Información.

**Indicaciones:** Seleccione la respuesta que usted crea pertinente.

1. ¿Conoce usted que es un software de virtualización?

SI

NO

2. ¿Ha utilizado usted herramientas de virtualización?

SI

NO

3. Si su respuesta fue SI. Seleccione el tipo de herramienta que ha utilizado.

VirtualBox Citrix XenServer VMware Workstation Docker

4. ¿Durante su periodo académico ha desplegado aplicaciones en herramientas de virtualización?

SI

NO

5. ¿Conoce usted qué es Docker?

SI

NO

6. ¿Conoce usted cómo se utiliza Docker?

SI

NO

7. ¿Le gustaría utilizar Docker como herramienta de virtualización en su período académico?

SI

NO

## Anexo F: Fichas Bibliográficas

All References Q Search

<input type="checkbox"/>	AUTHORS	YEAR	TITLE	SOURCE	ADDED
<input checked="" type="checkbox"/>	Conesa Bono S	2014	Gestión de entorno de virtualización para la creación automática de má		19/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>	Fernández Argudo B, López Timbl J	2020	Metodología para el despliegue de un datacenter definido por software		19/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>	Iñiguez Sanchez L	2017	ARQUITECTURA TECNOLÓGICA PARA LA ENTREGA CONTINUA DE		19/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>	Buitrago Castro D	2018	MIGRACIÓN DE MÁQUINAS VIRTUALES DE LAS PLATAFORMAS DE		19/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>			Software de virtualización		19/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>	Paucar Lino M, Ortiz Hernández M	2021	ANÁLISIS DE LA VIRTUALIZACIÓN COMO PLATAFORMA INFORMÁTICA		19/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>	Mena D	2020	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE SISTEMAS MAE		19/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>	Llamuca-Quinaloa J, Vera-Vincent Y, Tapia-...	2021	Análisis comparativo para medir la eficiencia de desempeño entre una	Tecnológicas	15/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>			Servidor de métricas Prometheus y aplicación práctica con Node-Expor		15/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>			Grafana Laboratorios Grafana		15/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>	Prometeo		Prometeo		15/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>			GitHub - google/cadvisor: Analyzes resource usage and performance of		12/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>			Los navegadores más rápidos de 2022: ¿Cuál es el navegador web más		12/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>	Maila Maila E	2017	EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS OPEN SOURCE PARA PRUEBAS DE		10/1/2022
<input checked="" type="checkbox"/>	Guevara Zavaleta N	2017	EVALUACIÓN COMPARATIVA DE FRAMEWORKS DE DESARROLLO		10/1/2022

Figura 8.1. Ficha Bibliográfica

**Anexo G: Cuestionario validación de expertos**

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**1. DATOS GENERALES:**

- Nombres del Experto:
- Grado Académico:
- Profesión:
- Empresa donde labora:
- Cargo que desempeña:

**2. TEMA DE INVESTIGACIÓN A VALIDAR**

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKERS PARA EL DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO APLICACIÓN DE UN GESTOR DOCUMENTAL

**3. TABLA DE VALIDACIÓN**

INDICADORES DE EVALUACIÓN	CRITERIOS	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
		5	4	3	2	1
1. Claridad de la investigación.						
2. Objetividad de la investigación.						
3. Consistencia de la investigación.						
4. La hipótesis es clara y cumple con lo propuesto						

5. Coherencia de la investigación.						
6. Material adecuado para la investigación.						
7. Pertinencia de la investigación.						
8. El tema propuesto por los investigadores es escalable.						
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		0	0	0	0	0
<b>SUMATORIA TOTAL</b>						

#### 4. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

**Valoración total cuantitativa:**

**Opinión:** FAVORABLE \_\_\_\_\_ DEBE MEJORAR \_\_\_\_\_

NO FAVORABLE \_\_\_\_\_

**Observaciones:**

**Firma:**

\_\_\_\_\_

Nombre

C.I

## Anexo H: Validación de Experto 1

### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS

#### 1. DATOS GENERALES:

- Nombre del experto: Kléber David Guerra Galarza
- Grado Académico: Tercer Nivel
- Profesión: Ingeniero en Sistemas
- Empresa donde labora: New Data
- Cargo que desempeña: Desarrollador

#### 2. TEMA DE INVESTIGACIÓN A VALIDAR

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKERS PARA EL DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO APLICACIÓN DE UN GESTOR DOCUMENTAL

#### 3. TABLA DE VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN	CRITERIOS	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
		5	4	3	2	1
1. Claridad de la investigación.	El lenguaje utilizado es apropiado facilitando la comprensión de la investigación.	X				
2. Objetividad de la investigación.	Esta expresada claramente en conductas observables y medibles.		X			

3. Consistencia de la investigación.	Se observa una extensa investigación en los contenidos, para cumplir los objetivos planteados por los investigadores.	X				
4. La hipótesis es clara y cumple con lo propuesto	Totalmente de acuerdo, la hipótesis la observé reflejada en el apartado de análisis de resultados.	X				
5. Coherencia de la investigación.	Existe una organización en relación de temas, subtemas, métodos y metodología de la investigación.		X			
6. Material adecuado para la investigación.	Los materiales son interesantes, debido a que algunos son nuevos en el mercado.	X				
7. Pertinencia de la investigación	Existe pertinencia de la investigación con la realidad de herramientas de virtualización.	X				
8. El tema propuesto por los investigadores es escalable.	Personalmente, pienso que el proyecto está enfocado a una universidad, por lo tanto, existe la posibilidad de que el proyecto		X			

	se aplique en otras entidades.					
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		25	12	0	0	0
<b>SUMATORIA TOTAL</b>		<b>37</b>				

#### 4. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

**Valoración total cuantitativa: 37**

**Opinión:** FAVORABLE  DEBE MEJORAR

NO FAVORABLE

**Observaciones:**

Con esta investigación he llegado a la conclusión que los autores cumplen lo que plantean en los objetivos, siendo una investigación limpia y amplia en conocimientos. Además, puedo acotar que este tema es sumamente importante para quienes trabajamos en el área de informática por que informa de nuevas herramientas y métodos para aplicarlos en la vida profesional e ir juntamente con el avance de la tecnología.

**Firma:**



FIRMA

C.C. 171511239-5

## Anexo I: Validación de Experto 2

### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS

#### 1. DATOS GENERALES:

- Nombre del experto: Paul Aguiar
- Grado Académico: Superior
- Profesión: Master en Seguridad Informática
- Empresa donde labora: TIW DRIL-QUIP ECUADOR
- Cargo que desempeña: Asistente Técnico

#### 2. TEMA DE INVESTIGACIÓN A VALIDAR

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MÁQUINAS VIRTUALES Y DOCKERS PARA EL DESPLIEGUE DE APLICACIONES DE SOFTWARE: CASO DE ESTUDIO APLICACIÓN DE UN GESTOR DOCUMENTAL

#### 3. TABLA DE VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN	CRITERIOS	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
		5	4	3	2	1
1. Claridad de la investigación.	Con la revisión del proyecto me ha resultado claro y entendible.		X			
2. Objetividad de la investigación.	El proyecto está planteado con claridad.		X			
3. Consistencia de la investigación.	La redacción y el lenguaje apropiado del proyecto	X				

	investigativo esta realizado con un lenguaje técnico.					
4. La hipótesis es clara y cumple con lo propuesto.	Sí, he visto la hipótesis que es favorable y cumple lo propuesto por los investigadores.	X				
5. Coherencia de la investigación.	El contenido del proyecto está organizado, por ende, facilita una mejor comprensión.		X			
6. Material adecuado para la investigación.	Las herramientas utilizadas van acorde al tema.	X				
7. Pertinencia de la investigación	Los investigadores se enfocan en nuevas herramientas de virtualización.	X				
8. El tema propuesto por los investigadores es escalable.	Sí, el proyecto es muy interesante e inclusive para ser escalable a nivel organizacional e institucional.		X			
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>		20	16	0	0	0
<b>SUMATORIA TOTAL</b>		<b>36</b>				

#### 4. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

**Valoración total cuantitativa: 36**

**Opinión:** FAVORABLE   X   DEBE MEJORAR

NO FAVORABLE \_\_\_\_\_

**Observaciones:**

El trabajo investigativo ha sido de gran ayuda para adquirir nuevos conocimientos acerca de nuevas herramientas que ofrece hoy en día el mercado. Es importante para quienes ya se encuentran laborando este tipo de investigaciones, porque ayuda a poner en práctica el conocimiento adquirido.

**Firma:**



---

C.C.: 1721895819

## Anexo J: Hoja de vida del Experto 1

### DATOS PERSONALES



**Nombres:** Kléber David

**Apellidos:** Guerra Galarza

**Lugar de Nacimiento:** Quito

**Estado Civil:** Soltero

**Fecha de Nacimiento:** 17 de Abril de 1982

**Dirección:** Cumbaya - La Primavera -  
Tejar S11-210 Chorrera

**Teléfonos:** 2.571.227 / 3.804.114

**# de Cédula:** 1715112395

**# de Cédula militar:** 198517011551

**e-mail:** [kleberguerra22@hotmail.com](mailto:kleberguerra22@hotmail.com)

**Celular:** 0984.555.993 movistar

### ESTUDIOS REALIZADOS

Nivel de Instrucción	Nombre de la Institución Educativa	Especialización	Título Obtenido	Lugar (País y ciudad)
Secundaria	Unidad Educativa Pastoral Salesiana "Don Bosco"	Informática	Bachiller en Ciencias Especialización Informática.	Ecuador - Quito
Titulo Profesional	Universidad Politécnica Salesiana Graduado 04-12-2012 Reg. Senescyt 1034-12-1181322	Telemática	Ingeniero en Sistemas	Ecuador - Quito
	<b>Tema de proyecto profesional de Grado:</b> Análisis, diseño, construcción e implementación de un sistema informático que permita gestionar los procesos relacionados con la planificación, control de desarrollo y culminación de los proyectos de tesis de grado de la Universidad Politécnica Salesiana campus el Girón			

## DOMINIO DE LENGUAJE INFORMÁTICOS

<i>Software</i>	<b>Lenguaje</b>	<b>Porcentaje</b>
<i>Java</i>	Java standar edition	100%
	Java server faces	90%
	Reach faces, prime faces	90%
	Java enterprises bean	90%
	Web services	70%
<i>HTML 5</i>	HTML 5	50%
	Angular	30%
	CSS	60%
<i>Java script</i>	<i>Java script</i>	70%
<i>E learning</i>	<i>Moodle</i>	80%
<i>Base de datos</i>	Postgres	60%
	Oracle 11G	60%
	My SQL	70%
	Pascal	90%
<i>Office 2010</i>	Word, Excel, Power Point, Publisher	90%
<i>Sql Server</i>	2008 R2	90%
<i>Active Directory</i>	2003	70%
<i>I-Top</i>	Manejo de incidentes	90%

## CAPACITACIÓN

### TALLERES CURSOS SEMINARIOS CIENTÍFICOS, TECNOLÓGICOS, PEDAGÓGICOS

<b>Tipo de Capacitación</b>	<b>Institución</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Conocimiento adquirido</b>	<b>Duración</b>
Curso Programación Java Standard Edition	CLEAR-MINDS IT	29 - 07 - 2011	ECUADOR	Java Standard Edition	40 H
Curso Programación Java Server Faces	CLEAR-MINDS IT	19 - 08 - 2011	ECUADOR	Java Server Faces	40 H
Curso Programación Enterprise Java Beans	CLEAR-MINDS IT	02 - 09 - 2011	ECUADOR	Enterprise Java Beans	40 H

Java Standard Edition	CLEAR- MINDS IT	09-10-2014	ECUADOR	Java Standard Edition	38 H
Java Rest Services	CLEAR MINDS IT	24-10-2014	ECUADOR	JAX-RS	18 H
JavaScript	CLEAR MINDS IT	30-10-2014	ECUADOR	JAVA SCRIPT	32 H
Java Persistence API	CLEAR MINDS IT	07-11-2014	ECUADOR	JPA	32 H

### EXPERIENCIA LABORAL PROFESIONAL

FECHAS DE TRABAJO			Organización o Empresa	Denominación del Puesto	Responsabilidades /Actividades/Funciones	Razones de salida
DES DE	HAS TA	N° meses/años				
10 Dic 2012	2 Mayo 2013	5 meses	MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES	Analista de Tecnologías de la Información	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Análisis del sistema de calculadora de jubilación para los empleados.</li> <li>■ Apoyo en el sistema de evaluación de conocimientos técnicos del ministerio para los aspirantes que rindieron las evaluaciones técnicas según el perfil de los mismos.</li> <li>■ Creación de la documentación manuales de usuario para los diferentes tipos de usuarios involucrados en la evaluación</li> <li>■ Instalación de la herramienta moodle usado para la toma de las evaluaciones</li> <li>■ Instalación de la base de datos Postgres</li> <li>■ Configuración de permisos de usuarios para el sistema de conocimientos técnicos</li> <li>■ Pruebas de rendimiento usando la herramienta JMETER</li> </ul>	Recorte de personal

25 <del>Sep</del> 2013	2 <del>Sep</del> 2014	1 Año	COMOHOGAR	Programador Operador de Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pruebas funcionales del sistema ERP de la empresa</li> <li>■ Creación de la documentación manual de usuario del sistema <del>Erp</del> de la empresa</li> <li>■ Administración del sistema de incidencias MANTIS del sistema ERP</li> <li>■ Control de cambios a nivel de la base de datos comparación de esquemas de base de datos</li> <li>■ Asignación de usuarios para el uso del sistema de incidencias del ERP</li> <li>■ Creación de usuarios del sistema ERP para la manipulación del nuevo sistema</li> <li>■ Apoyo en la capacitación de los usuarios finales para los módulos del sistema ERP</li> <li>■ Pruebas de medición de rendimiento de la red para los usuarios finales</li> <li>■ Programación JAVA EE, <del>Wicket</del>, Glass Fish, <del>Oracle</del> 11G</li> </ul>	Fin de Contrato
1 <u>Oct</u> <u>2014</u>	30 Nov 2014	2 meses	COBISCORP S.A.	INGENIERO DE DESARROLLO I	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Participación en el proyecto semillero de la empresa y capacitación en herramientas de programación y programas propietarios de la empresa, también fuimos capacitados en la estructura del <del>core</del> bancario de COBIS</li> </ul>	Mejores oportunidades de trabajo

28 Ene 2015	31 Dic 2015	1 <del>Año</del>	SICCEC	ADMINISTRADOR DE BASE DE DATOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Análisis y diseño de la base de datos de la gestión de cobranzas de la empresa</li> <li>■ Programación JAVA JEE, Prime Faces, JPA, <del>JBoss</del></li> <li>■ Administración CX Panel (Correos Electrónicos), Active Directory, Windows Server. Soporte a usuarios, mantenimiento preventivo y correctivo de computadores.</li> </ul>	
01 Jun 2016	31 Oct 2016	6 meses	EXCO	QA INTERNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Participación en el proyecto de facturación electrónica de la Corporación Financiera Nacional</li> <li>■ Pruebas funcionales y Documentación de la información del sistema de facturación electrónica</li> <li>■ Pruebas funcionales y QA para el sistema de lavado de activos de la CFN</li> </ul>	Mejores oportunidades de trabajo
01 Nov 2016	31 May 2017	7 meses	COBISCORP	CATALOGADOR EXTERNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Catalogación del sistema de <del>core</del> bancario para el banco FIE de Bolivia</li> </ul>	
11 Oct 2017	30 Jun 2018	8 <del>Meses</del>	INSOTEC	ASISTENTE DE TECNOLOGIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Manejo de Active Directory</li> <li>■ Soporte Usuarios</li> <li>■ <del>Configuración</del> de Celulares</li> <li>■ <del>Configuración</del> de Telefonos IP</li> <li>■ Soporte Sistema Financial</li> <li>■ <del>Preparación</del> de Equipos</li> <li>■ WSUS</li> <li>■ GPO</li> <li>■ ESET</li> <li>■ FIREWALL</li> <li>■ <del>Administración</del> De Mail</li> </ul>	

1 <u>Sept</u> 2018	31 <u>Oct</u> 2018	1 mes	EXCO		Pruebas funcionales y Documentación sistema de Banco BIESS	Mejores oportunidades laborales
5 <u>Nov</u> 2018	1 <del>Ago</del> 2019	10 meses	CLEAR MINDS		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Catalogador externo para el proyecto Santander México</li> <li>■ Manejo de Git</li> </ul>	
1 <del>Sep</del> 2019	31 <u>Enero</u> 2020	4 meses	CLEAR MINDS		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Desarrollo Freelance</li> <li>■ React Native</li> </ul>	Finalización de obra
15 Mar 2020	31 <u>Oct</u> 2020	7 meses	RELATIVE ENGINE		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Freelance</li> <li>■ Desarrollo Java EE</li> <li>■ Angular</li> <li>■ Postgres</li> <li>■ TypeScript</li> </ul>	Finalización contrato

### REFERENCIAS LABORALES

Contacto	Número telefónico	Empresa
Rodrigo Casa	0995443885	Desarrollador Ministerio de Relaciones Laborales
Gabriel Jijón	099 983 8321	Líder de Proyecto ERP Como-Hogar
Jorge Castillo	0997684051	Jefe de sistemas Siccec
Pablo Castillo	0983166611	Jefe de desarrollo CFN
Myrian Dávila	0999043447	Jefe de catalogación Cobiscorp

### REFERENCIAS PERSONALES

Contacto	Número telefónico	Empresa
Santiago Mosquera	099 2920306	Clear Minds It
Jorge López	098 492 2001	Docente Universidad Politécnica Salesiana
Fernando Jiménez	098 704 9073	Python Technologies
Alex Benavides	098 808 4565	Dirección de Informática de Municipio de Quito

**CURRÍCULO VITAE**

**DATOS PERSONALES**

**Nombre:** Paul Adrián

**Apellido:** Aguiar Jiménez

**Cédula de identificación:** 1721895819

**Nacionalidad:** Ecuatoriana

**Fecha de nacimiento:** 12 de Febrero de 1995

**Dirección domiciliar:** Joya de los Sachas

**Edad:** 27 años

**Teléfonos:** 0979133130/062898076

**Correo Electrónico:** pauladrian9502@gmail.com

**Estado Civil:** Soltero

**ESTUDIOS REALIZADOS**

**Primaria:** Unidad Educativa “Agoyan”

**Secundaria:** Colegio Técnico Guillermo Bustamante Cevallos

**Tercer Nivel:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Título Obtenido:** Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales

**Cuarto Nivel:** Universidad Internacional de la Rioja

**Título Obtenido:** Master en Seguridad Informática

**INGLÉS:**

**Nivel Hablado:** BÁSICO

**Nivel Escrito:** BÁSICO



## **CAPACITACIÓN**

Congreso encuentro internacional itinerante de software libre UTC

## **EXPERIENCIA LABORAL**

**Institución:** Registro de la Propiedad Inmobiliaria y Mercantil del Cantón Latacunga.

**Tiempo:** Abril 2018 – Agosto 2018

**Institución:** Conectados

**Tiempo:** Noviembre 2018 – Mayo 2019

**Institución:** TIW DRIL-QUIP ECUADOR

**Tiempo:** Actualmente

## **HABILIDADES PROFESIONALES**

Conocimientos sobre diferentes lenguajes de programación como: Php (Laravel), Java y Android.

Conocimientos sobre diferentes bases de datos: Mysql, SqlServer y Postgresql.

Conocimiento en seguridad informática: redes, base de datos y sistemas operativos.

## **REFERENCIA PERSONALES**

Nombre: Edison Calixto Gallegos Lalangui

Celular: 0985684961

Correo Electrónico: [edy\\_9@hotmail.es](mailto:edy_9@hotmail.es)

Nombre: Evelyn Esthefania Pallo Chicaiza

Celular: 0985331536

Correo Electrónico: [evethefita96@gmail.com](mailto:evethefita96@gmail.com)

## Anexo L: Presupuesto del Proyecto

A continuación, se presenta los datos recaudados durante el proyecto para calcular el presupuesto del mismo. Es importante considerar:

Información	Nomenclaturas	Datos
Horas utilizadas en el proyecto	THP	1020
Horas trabajadas en el mes	THM	240
Sueldo básico mensual de un investigador	SI	\$500
Sueldo básico mensual de un tester	ST	\$429,41

### Fórmulas para el cálculo

Información	Nomenclatura	Fórmula
Valor de la hora trabajada por el investigador	VHI	$VHI = \frac{SI}{THM}$
Costo a pagar al investigador por horas trabajadas	CPI	$CPI = THP \times VH$
Valor de la hora trabajada por el tester	VHT	$VHT = \frac{ST}{THM}$
Costo a pagar al tester por horas trabajadas	CPT	$CPT = THP \times VH$

### Cálculo

Valor de la hora trabajada por el investigador y tester

$$VHI = \frac{SI}{THM}$$

$$VHI = \frac{500}{240}$$

$$VHI = \$2,08$$

$$VHT = \frac{ST}{THM}$$

$$VHT = \frac{429,41}{240}$$

$$VHT = \$1,78$$

Costo a pagar al investigador y tester por horas trabajadas

$$CPI = THP \times VHI$$

$$CPI = 1020 \times 2,08$$

$$CPI = 2121,6 \text{ c/u}$$

$$CPT = THP \times VHT$$

$$CPT = 1020 \times 1,78$$

$$CPT = 1815,6 \text{ c/u}$$

### Costos del proyecto

Ítem	Cantidad	Costo	Total
<b>A. Personal</b>	-----	-----	-----
Investigador	1	\$2121,60	\$2121,60
Tester	1	\$1815,6	\$1815,60
<b>B. Equipos</b>	-----	-----	-----
Laptop	2	\$ 700	\$1400
Impresora	1	\$ 180	\$180
<b>C. Viajes</b>	-----	-----	-----
Transporte	35	\$2	\$70
Viáticos	50	\$2	\$100
<b>D. Servicios Básicos</b>	-----	-----	-----
Luz	2	\$4,80	\$9,60
Internet	2	\$ 20,40	\$40,80
Agua	2	\$ 4	\$8
<b>E. Materiales</b>	-----	-----	-----
Hojas de papel bon	250	\$ 0,02	\$5
Impresiones	165	\$ 0,20	\$33
Folders	3	\$ 0,75	\$2,25
<b>F. Otros</b>	-----	-----	-----
Equipamiento de bioseguridad	80	\$2	\$160
		<b>SUB TOTAL</b>	5945,85
		<b>Imprevistos 10%</b>	594.585
		<b>TOTAL</b>	6540,43

**COSTO TOTAL DEL PROYECTO = \$6540,43**

## **Anexo M:** Manual de instalación de Docker Engine

Docker es considerada una herramienta de código libre que permite la virtualización más ligera conocido como contenedores, esta herramienta se le pueden instalar en los sistemas operativos de Linux, Microsoft “Windows” y IOS que tenga una arquitectura de 64 bits y tenga habilitado la opción de virtualización.

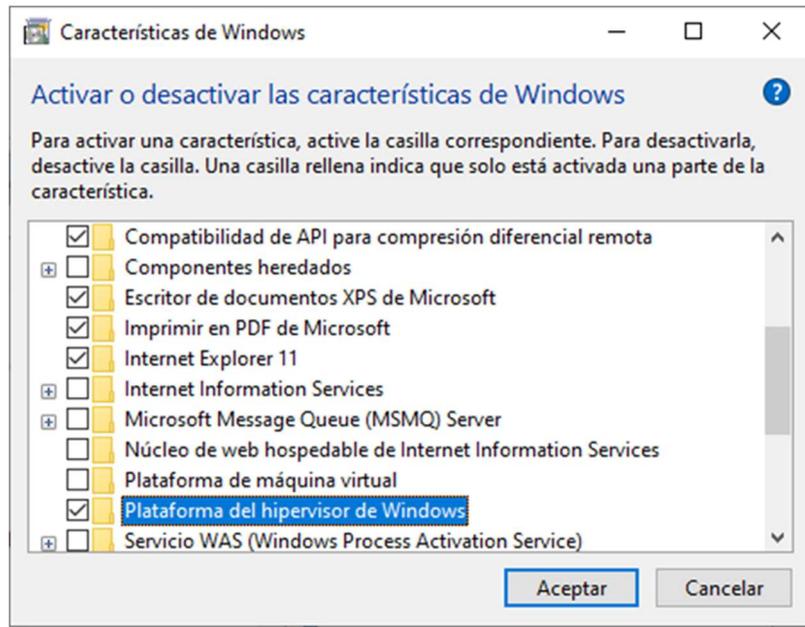
Para instalar Docker Desktop en los sistemas operativos de Windows se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones que se muestra en la **Tabla.8.1**.

### Condiciones para instalar Docker.

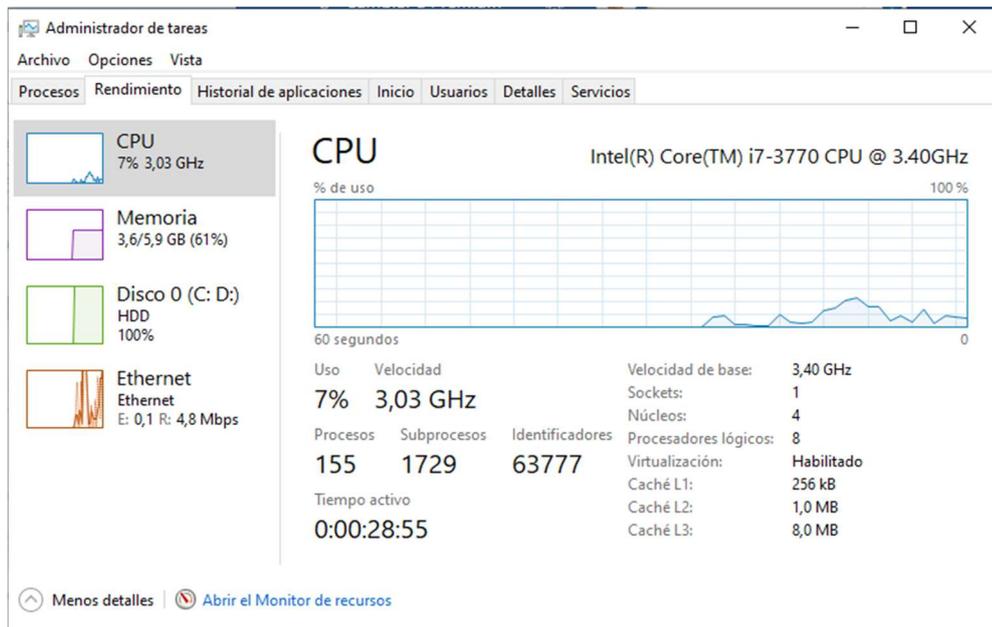
<b>Sistema Operativo</b>	<b>Herramienta de Instalación</b>	<b>Soporte</b>
<b>Windows 7</b>	Docker Toolbox	Descontinuado
<b>Windows 8</b>	Docker Toolbox	Descontinuado
<b>Windows 10</b>	Docker Engine Desktop	Continua
<b>Windows 11</b>	Docker Engine Desktop	Continua

### **Instalación**

Para la instalación de Docker se deberá inspeccionar que se tenga habilitado el hipervisor de Windows en nuestro equipo mediante la opción “Habilitar o desactivar las características de Windows”, como se muestra en las **Figura 2**, asimismo, verificar la virtualización este habilitado mediante el administrador de tareas como se muestra en la **Figura 3**.



**Figura 8.2.** Habilitar o desactivar las características de Windows.



**Figura 8.3.** Administrador de tareas.

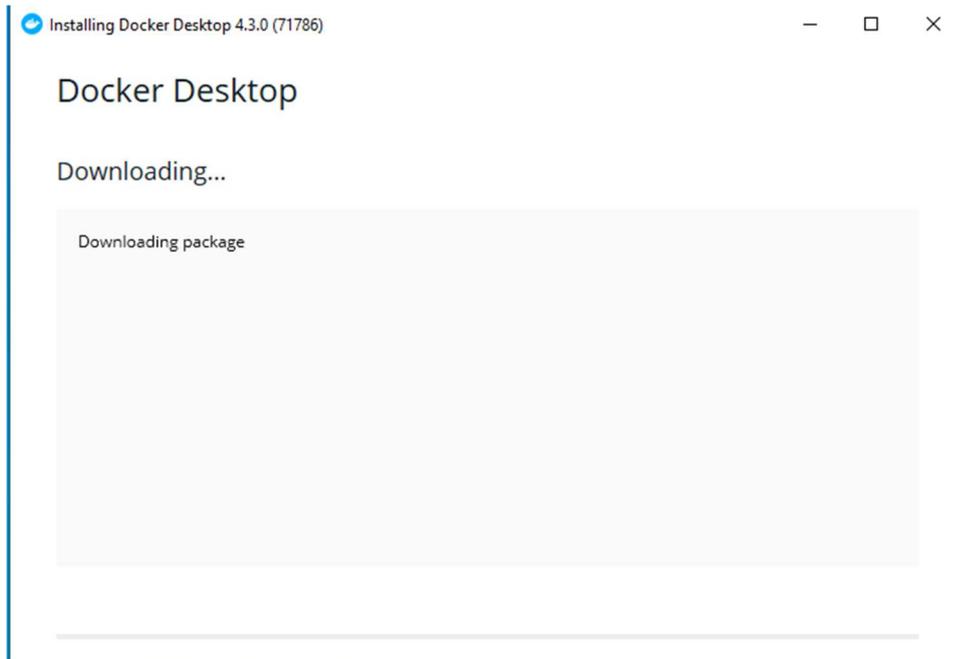
Al tener habilitado tanto el hipervisor de Windows como la virtualización se podrá iniciar la instalación de Docker, ya que si no se tienen habilitado uno de estas dos opciones Docker no se instalará correctamente ocasionando problemas en la instalación ya que se utiliza la virtualización a nivel del kernel de Linux.

1. Se descargará el instalador de Docker Desktop para Windows desde su página oficial <https://docs.docker.com/docker-for-windows/install/>, como se muestra en la Figura 8.4.



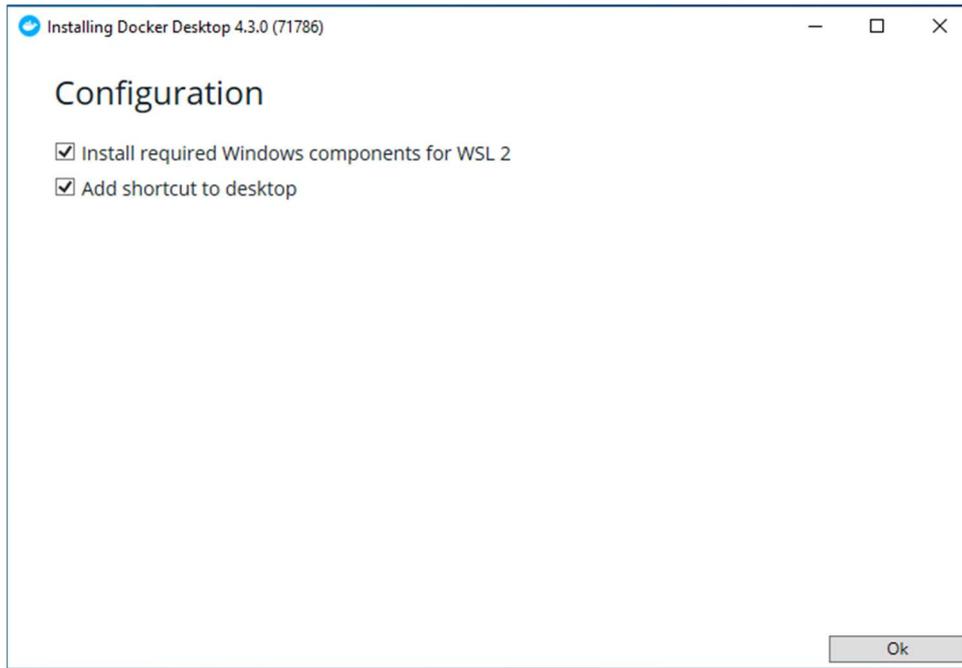
**Figura 8.4.** Página Oficial Docker.

2. Al finalizar la descarga del instalador se ejecutará como administrador para iniciar con la instalación de Docker Desktop como se muestra en la **Figura 8.5.**



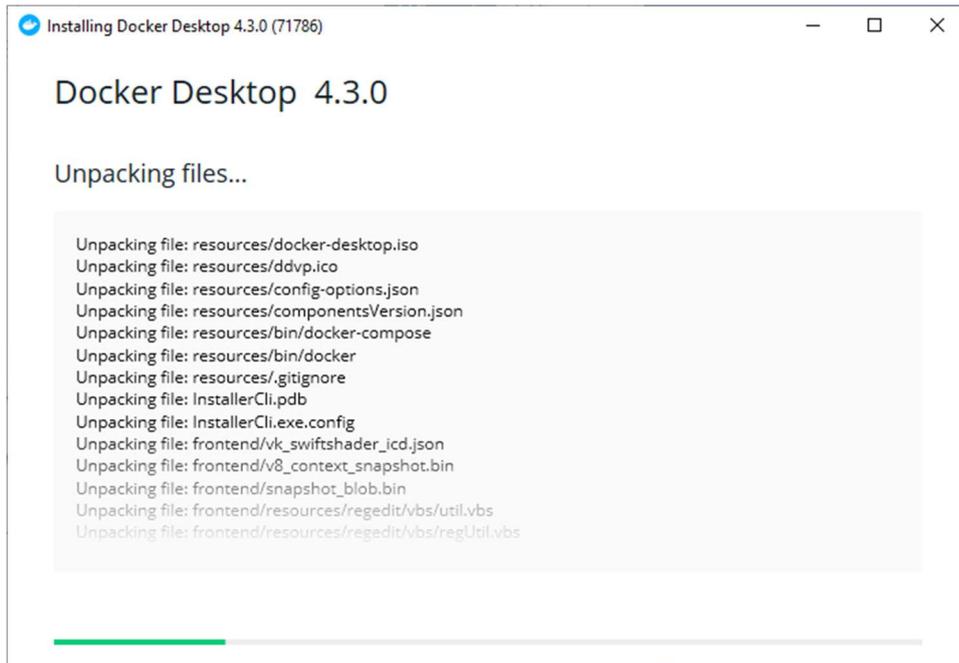
**Figura 8.5.** Instalación Docker Desktop.

3. Se deberá habilitar todas las opciones de instalación de Docker para que funcione correctamente en el equipo.

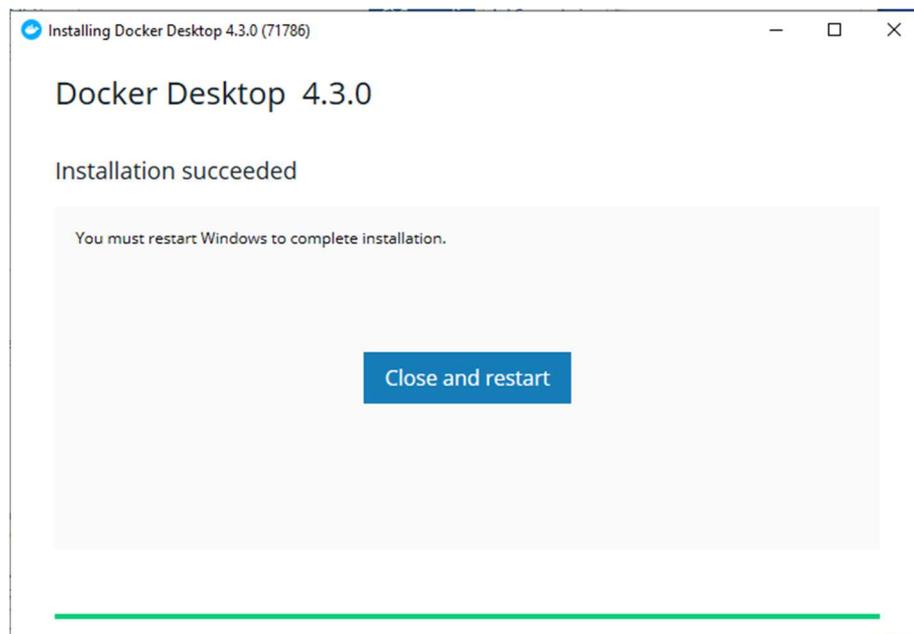


**Figura 8.6.** Configuración previa a la instalación.

4. Al finalizar la configuración Docker continuará con la instalación este proceso tardará unos 5 minutos, cabe resaltar que puede entre 5 a 10 minutos, dependiendo de las características del equipo como se muestra en la **Figura 8.7**, al finalizar la instalación de las dependencias de Docker se deberá reiniciar el equipo para finalizar la instalación como se muestra en la **Figura 8.8**.

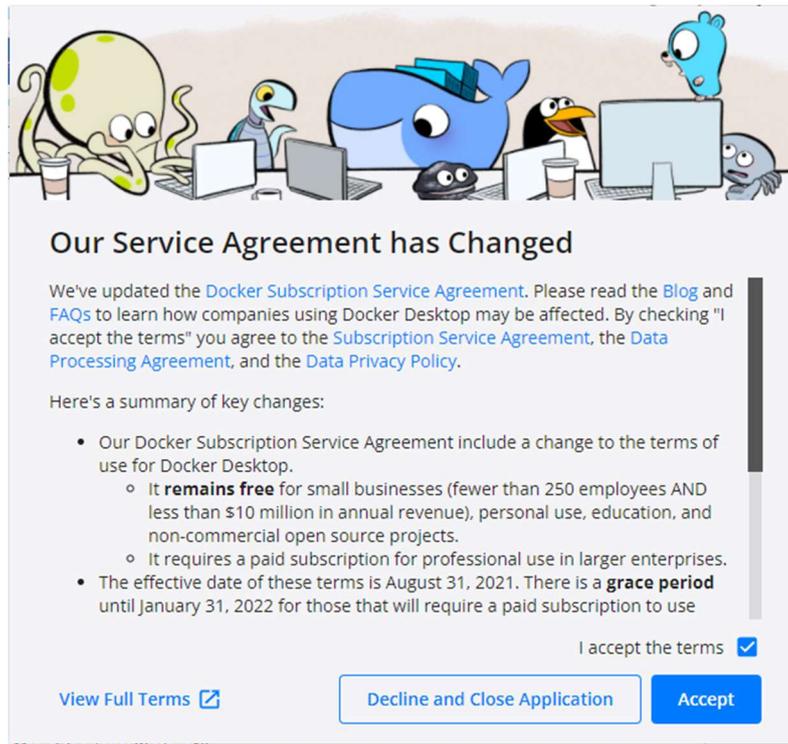


**Figura 8.7.** Instalación de los archivos Docker.



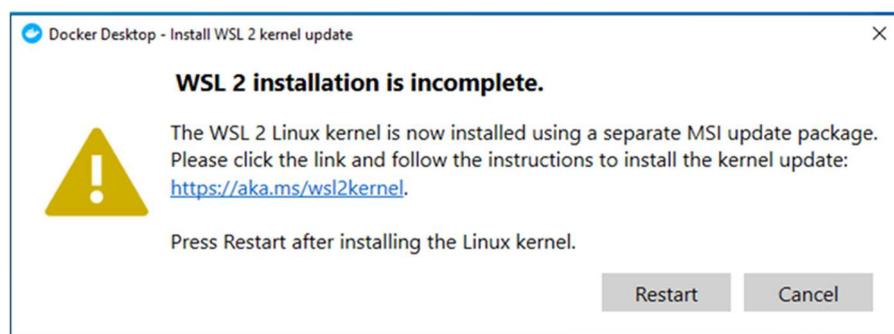
**Figura 8.8.** Instalación exitosa.

5. Al reiniciar la máquina, Docker desplegará un anuncio que contiene términos de condiciones al utilizar la herramienta para virtualizar sistemas informáticos, como se muestra en la **Figura 8.9**, se deberá aceptar los términos y condiciones para continuar con la instalación.



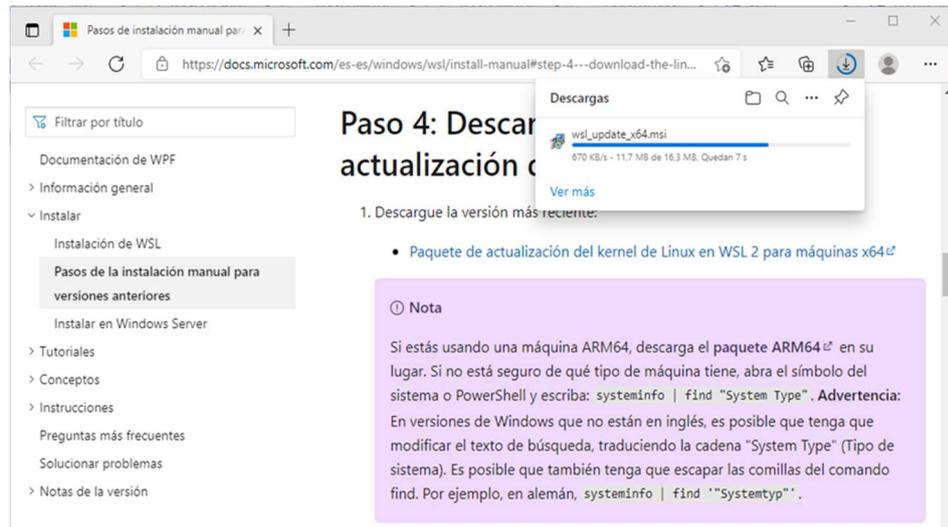
**Figura 8.9.** Términos de condiciones de Docker.

6. Al aceptar los términos y condiciones de Docker Desktop aparecerá un cuadro de dialogo, de cual especificará que se tendrá que instalar el kernel de Linux para que funciones correctamente Docker Desktop, caso contrario, no se podrá utilizar Docker en Windows 10, como se muestra en la **figura 8.10**.



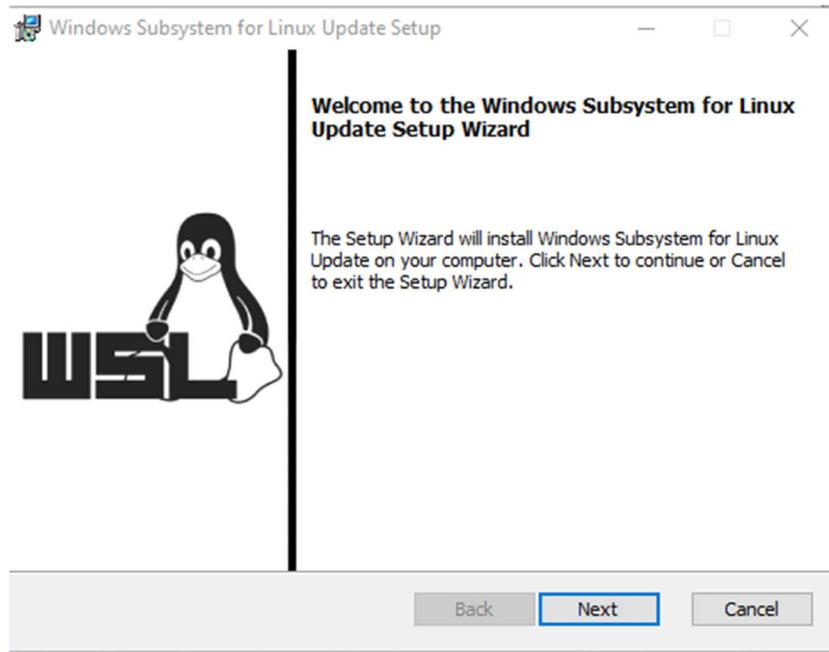
**Figura 8.10.** WSL2.

7. Para solucionar este inconveniente se instalará **WSL 2**, para ello se accederá al enlace que recomienda Docker <https://aka.ms/wsl2Kernel>, como se muestra en la **Figura 8.11**.

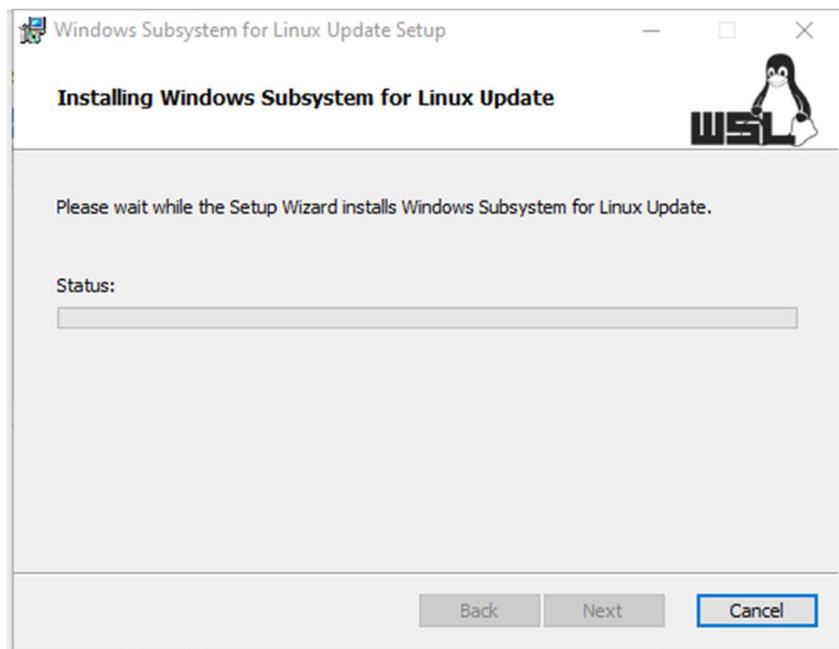


**Figura 8.11.** Página oficial para descargar WSL2.

8. Al finalizar la descarga del instalador "wsl\_update\_x64" se lo ejecutara como administrador para instalar el Subsistema de Linux con el cual Docker trabajara para virtualizar los sistemas informáticos, como se muestra en las siguientes Figuras.

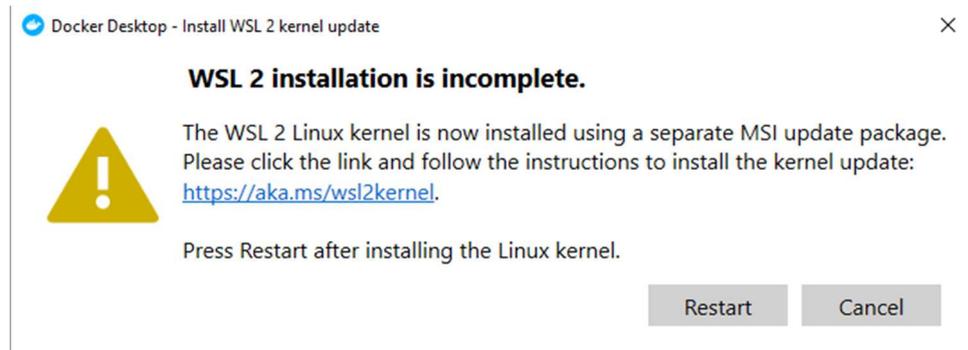


**Figura 8.12.** Subsistema de Linux.



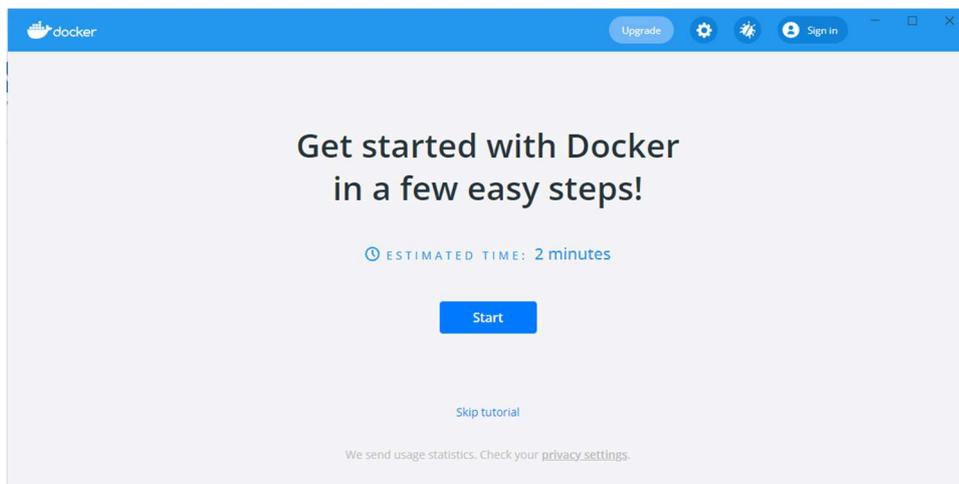
**Figura 8.13.** Instalado Subsistema de Linux.

9. Al finalizar la instalación del Sub sistema basado en la kernel de Linux se deberá presionar la opción "Restart" para finalizar la instalación como se muestra en la figura.

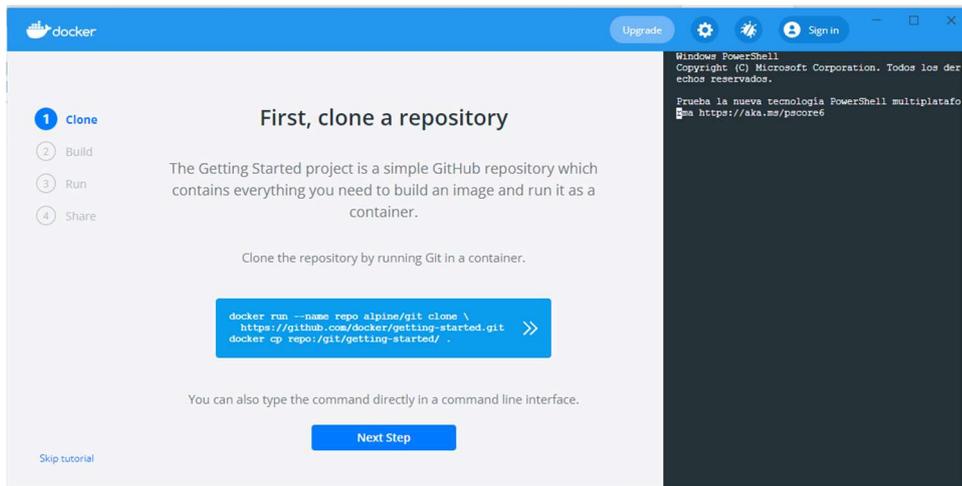


**Figura 8.14.** Restart.

10. Al momento que todas las dependencias de Docker se instalen, se podrá observar una ventana con todos los controladores de Docker para ser utilizado como se muestra en la figura, además de un tutorial guiado de las funcionalidades más resaltantes de Docker a utilizar como se muestra en la **Figura 8.15.**



**Figura 8.15.** Panel de principal de Docker.



**Figura 8.16.** Tutorial de Docker.

## Anexo N: Despliegue de un Gestor Documental en Docker.

Para realizar el despliegue de un sistema informático web con Docker se deberá tener conocimientos básicos en Docker como son los comandos propios de creación, inspección de imágenes Docker.

### Recursos informáticos

Recursos Informáticos	
Sistema Operativo	Windows 10 o superior
Motor de virtualización	Docker
Editor de texto	Visual Code

Al utilizar Docker como motor de virtualización de sistemas informático dispone de una gran versatilidad al momento de especificar las dependencias y las librerías necesarias para el funcionamiento de una aplicación, mediante los contenedores centralizados. Lo que lo hace una herramienta muy flexible, además no utiliza metodologías tradicionales de despliegue, ya que utiliza un proceso de contenedores que funciones de forma aislada al sistema operativo, mediante la ejecución de imágenes conocidos como “Dockerfiles, Docker-compose.yml y requirements.txt”, en los archivos esta detallado todas las dependencias, librerías y configuraciones de la infraestructura del sistema que se necesitara para el despliegue de la aplicación.

Con fines prácticos y de investigación se ha tomado en consideración en utilizar una aplicación web ya desarrollada en siglos anteriores, por ello se ha tomado como caso de estudio la aplicación “Gestor Documental”, la misma que ha sido desarrollada en Python v3.7 como código base y con u motor de base de datos se utilizó PostgreSQL V9.7

En el siguiente documento se ha plasmado todas las especificaciones paso a paso como se ha construido un contenedor para las aplicaciones de un “Gestor Documental” utilizando microservicios mediante imágenes oficiales las que se pueden encontrar en el repositorio de **Docker Hub**.

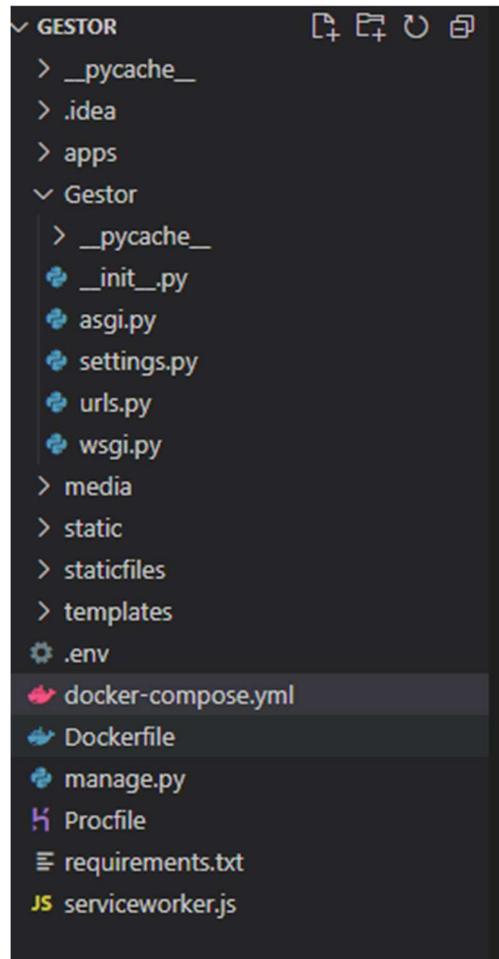


Figura 8.17. Infraestructura de archivos.

```
Dockerfile X
Dockerfile > ...
1 FROM python:3.8
2 ENV PYTHONUNBUFFERED 1
3
4 RUN mkdir /codigo
5 WORKDIR /codigo
6
7 COPY . /codigo
8
9 RUN python -m pip install -r requirements.txt
```

Figura 8.18. Dockerfile.

```
docker-compose.yml X
docker-compose.yml
1  version: "3"
2
3  services:
4    db:
5      image: postgres:12
6      env_file: .env
7
8    pgadmin:
9      image: dpage/pgadmin4
10     environment:
11       PGADMIN_DEFAULT_EMAIL: "alezhinin@hotmail.com"
12       PGADMIN_DEFAULT_PASSWORD: "admin"
13     ports:
14       - "5050:80"
15     depends_on:
16       - db
17
18     web:
19       build:
20         context: .
21       env_file: .env
22       command: python manage.py runserver 0.0.0.0:8000
23       volumes:
24         - ../codigo
25       ports:
26         - "8000:8000"
27       depends_on:
28         - pgadmin
```

**Figura 8.19.** Docker-compose.yml especificación de los microservicios a utilizar.

```
.env X
.env
1 SECRET_KEY=!5#7v@%)(!9)y#vls#0+r%-$$$qzit0214uxstk-!13aq&+ev5
2 DJANGO_DEBUG=True
3 ALLOWED_HOSTS=127.0.0.1,localhost
4 POSTGRES_DB=my_database
5 POSTGRES_USER=my_user
6 POSTGRES_PASSWORD=my_password
7 POSTGRES_HOST=db
8 POSTGRES_PORT=5432
```

Figura 8.20. Configuración del entorno virtual.

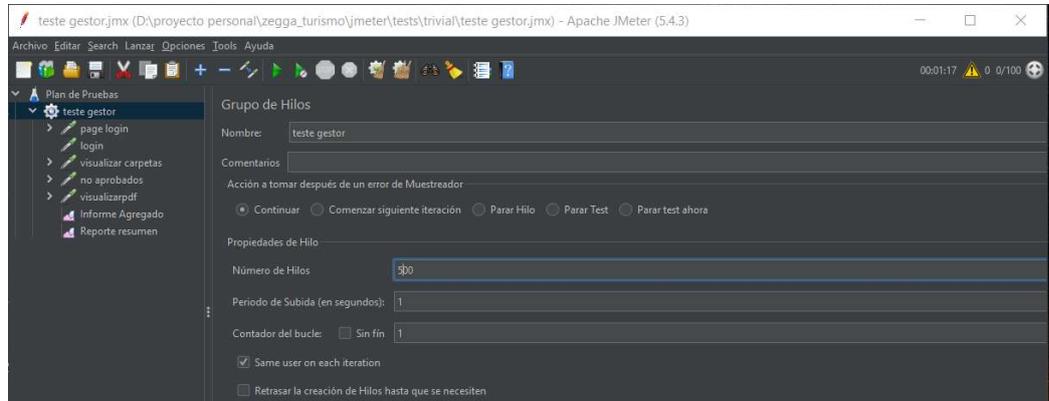
### Tiempo de instalación

```
PS C:\Users\pc\Desktop\Gestor_Docker\Gestor> docker-compose build
db uses an image, skipping
pgadmin uses an image, skipping
Building web
[*] Building 373.3s (10/10) FINISHED
-> [internal] load build definition from Dockerfile                                2.1s
-> => transferring dockerfile: 184B                                             0.1s
-> [internal] load .dockerignore                                               2.2s
-> => transferring context: 2B                                                  0.2s
-> [internal] load metadata for docker.io/library/python:3.8                  13.9s
-> [internal] load build context                                               200.2s
-> => transferring context: 260.28MB                                           198.9s
-> [1/5] FROM docker.io/library/python:3.8@sha256:881e0df149c29af8b29a973a9e88814dae6cddf123fe38a0bcac71864c85fb8a
-> => resolve docker.io/library/python:3.8@sha256:881e0df149c29af8b29a973a9e88814dae6cddf123fe38a0bcac71864c85fb8a
-> => sha256:881e0df149c29af8b29a973a9e88814dae6cddf123fe38a0bcac71864c85fb8a 1.86kB / 1.86kB
-> => sha256:a874dcabc74ca202b92b826521ff79dede61caca00ceab0b65824e895baceb58 2.22kB / 2.22kB
-> => sha256:f746889c9d02d7126bbe829f788e093853a11a7f0421049267a650d52bbcac37 8.65kB / 8.65kB
-> => sha256:a84cfd68b5cea612a8343c346bfa5bd6c486769e10d12f7ec86b23c74887feb2 5.15MB / 5.15MB
-> => sha256:5e0b43e8ba9d9029a00e627840b98ffc1ed0c5172075b7d3e869be0df0fe9b 54.93MB / 54.93MB
-> => sha256:e8b8f2315954535f1e27cd13d77e73da4a787b0aebf4241d225beff3c91cb01 10.87MB / 10.87MB
-> => sha256:0598fa43a7e793a76c198e8d45d8810394e1cfc943b2673d7fcf5a6fdd4f45b3 54.57MB / 54.57MB
-> => sha256:83098237b6d3feb7584c1f16076a32ac81def85b0d220ab46bbebb2d6e7d4d4 196.50MB / 196.50MB
-> => extracting 196.50MB / 196.50MB
```

Figura 8.21. Tiempo de Instalación de todas las dependencias del proyecto.

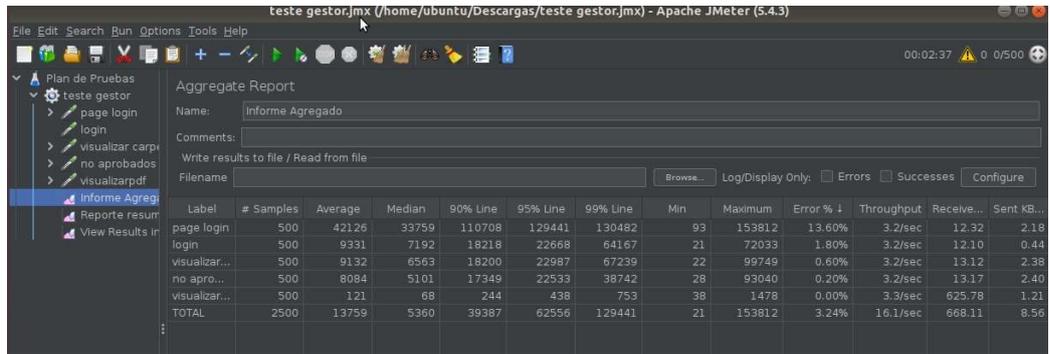
# Anexo O: Carga de peticiones Apache JMeter 5.4.3

## 1. Interfaz de Inicio

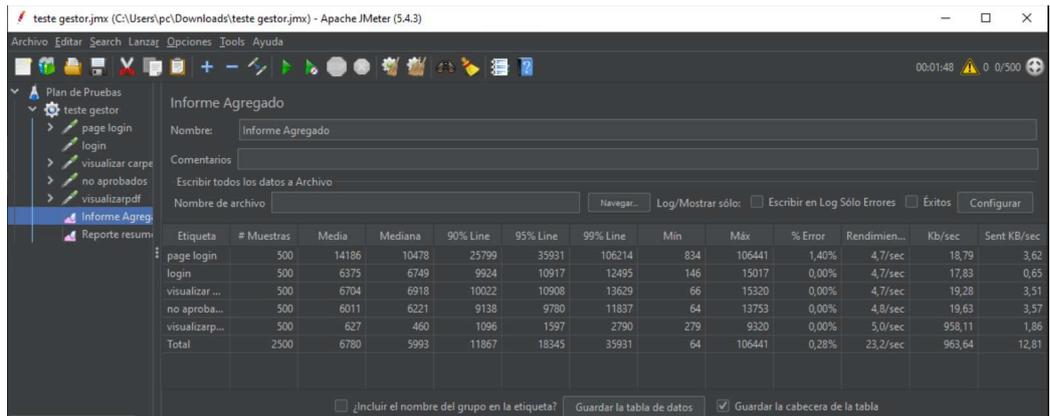


## 2. Resultados de carga

### 2.1.VirtualBox



### 2.2.Docker



## Anexo P: Capturas de Graficas Estadísticas de Rendimiento Grafana

### 1. Interfaz de inicio

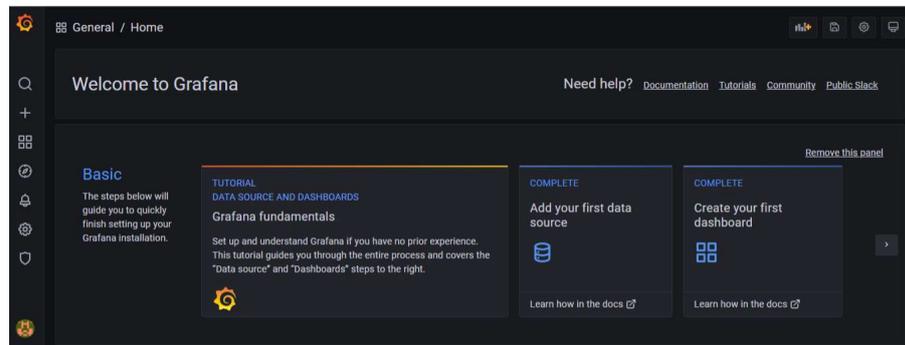
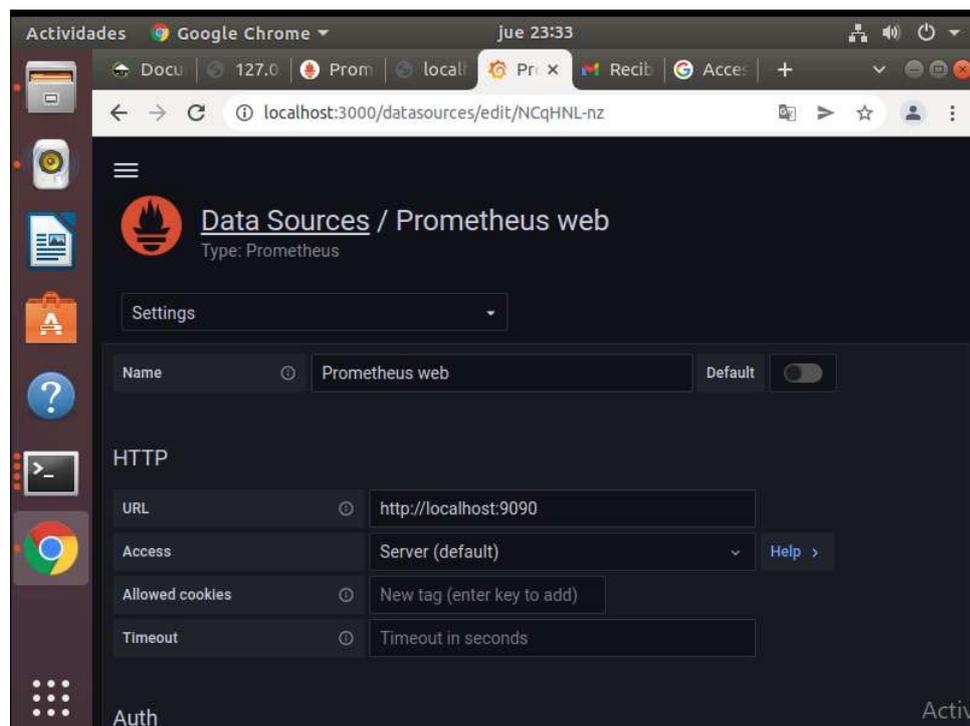


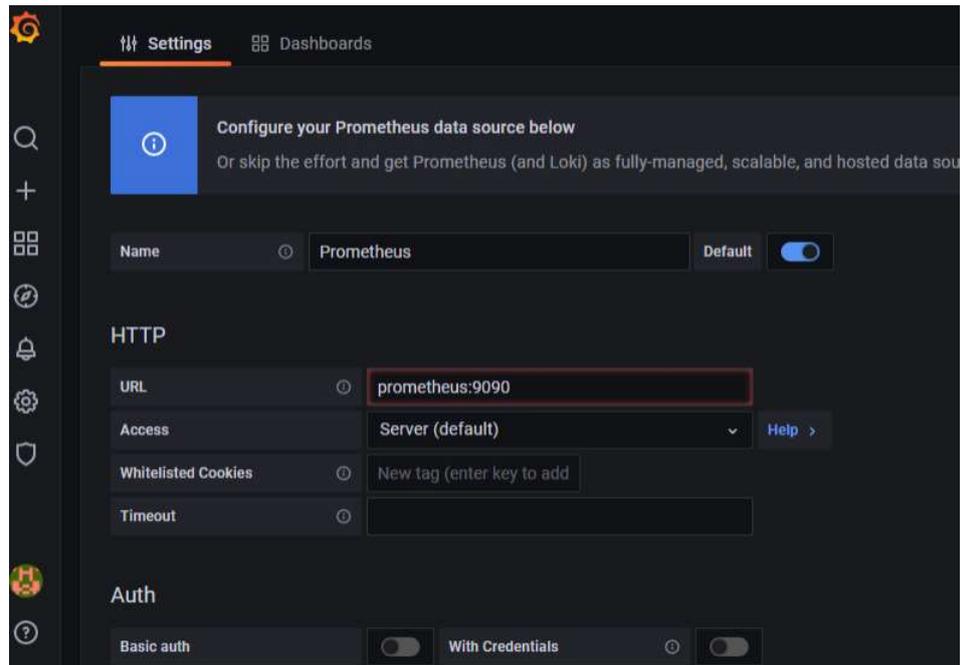
Figura 8.22: Home Grafana.

### 2. Interfaz de conexión de las métricas de prometheus.

#### 2.1.VirtualBox



## 2.2.Docker



## 3. Graficas de Rendimiento utilizando el dashboard de Node Exporte

### 3.1.VirtualBox



## 3.2.Docker

