



Revista Logos, Ciencia & Tecnología

ISSN: 2145-549X

revistalogoscyt@gmail.com

Policía Nacional de Colombia

Colombia

Rojas Bonilla, Jairo Andrés; Forero Rodríguez, Julián Andrés; Montenegro Marín, Carlos Enrique; Gaona García, Paulo Alonso

Hacia la virtualización de escritorios para la entrega de ambientes académicos basados en DaaS

Revista Logos, Ciencia & Tecnología, vol. 7, núm. 2, enero-junio, 2016, pp. 85-96

Policía Nacional de Colombia

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517754054010>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Jairo Andrés Rojas Bonilla*
Julián Andrés Forero Rodríguez **
Carlos Enrique Montenegro Marín***
Paulo Alonso Gaona García****

Hacia la virtualización de escritorios para la entrega de ambientes académicos basados en DaaS

Towards desktops virtualization for delivery academics environments based on DaaS

Rumo a virtualização de desktops para entrega academics ambientes com base em DaaS

Resumen

Con la evolución tecnológica constante, es natural que las instituciones se enfrenten a cambios drásticos de paradigmas con respecto a la forma en que funcionan, se administran y se entregan los servicios en las infraestructuras tecnológicas

modernas; esto tiene gran impacto en las organizaciones privadas y públicas, en áreas administrativas y operativas, que deben lograr gestionar de manera eficiente los recursos de acuerdo con los requerimientos de usuario.

En el presente artículo se describen el análisis, diseño, implementación y pruebas realizados en los laboratorios de cómputo de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia) de dos prototipos de escritorios virtuales como servicio (DaaS) para estudiantes y docentes, basados en los requerimientos principales de algunas asignaturas concernientes al proyecto curricular de Ingeniería de Sistemas, a través de las tecnologías VDI-*in-a-box* de Citrix Systems y Oracle Virtual Machine. Con ello se establece una evaluación para determinar el mejor prototipo por implementar en las salas de cómputo basado en criterios como el modo de administración, las características que debe cumplir la infraestructura de virtualización (VDI), el

Fecha de recepción del artículo: 11 de noviembre de 2015

Fecha de aceptación del artículo: 15 de junio de 2016

DOI: <http://dx.doi.org/10.22335/rict.v7i2.264>

* Estudiante de ix semestre de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Contacto: jaarojasb@correo.udistritaledu.co <http://orcid.org/0000-0003-1980-1599>

** Estudiante de ix semestre de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Contacto: jaforeror@correo.udistritaledu.co <http://orcid.org/0000-0003-4940-6725>

*** Ingeniero de sistemas y magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, máster en Dirección e Ingeniería de Sitios Web de la UNIR en La Rioja, España, y doctor en Sistemas y Servicios Informáticos por la Universidad de Oviedo, España. Profesor de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Contacto: cemontenegrom@udistritaledu.co <http://orcid.org/0000-0002-6909-4215>

**** Ingeniero de sistemas y magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia. Doctor en Informática de la Universidad de Alcalá de Henares, España. Profesor de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Contacto: pagaonag@udistritaledu.co <http://orcid.org/0000-0002-8758-1412>

tipo de persistencia, entre otros puntos. De esta forma, se determina que VDI-*in-a-box* de Citrix Systems posee características que se adaptan mejor que Oracle Virtual Machine de acuerdo con las necesidades del aula educativa.

Palabras clave: Escritorios como servicio (DaaS), esquemas centralizados, infraestructura de escritorio virtual (VDI), reutilización, simplificación de administración.

Abstract

With evolution technology constant, it is natural that institutions are facing drastic changes of paradigms with regard to the way in which operate, are managed and delivered services in the modern technological infrastructure; having great impact on private and public administrative and operational organizations who must be accomplished efficiently manage resources according to user requirements.

This article describes the analysis, design, implementation and testing in the computation laboratories of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia) of two prototypes of virtual desktops as a service (DaaS) for students and teachers, based on the requirements of some subjects of the curricular project of systems engineering, through the technologies Citrix VDI-*in-a-box* Systems and Oracle Virtual Machine. Based on this, an assessment is established to determine the best prototype to be implemented in the computer rooms based on criteria like mode of administration, characteristics that must comply with the infrastructure of virtualization (VDI), the type of persistence, among other issues. In this way, it is determined that VDI-*in-a-box* of Citrix System shas characteristics that adapt better than Oracle Virtual Machine according to the needs of the educational classroom.

Keywords: Centralized schemes, desktop as a service (DaaS), re-use, simplification of administration, virtual desktop infrastructure (VDI).

Introducción

El esquema descentralizado de administración implementado en los laboratorios de cómputo de la mayor parte de las instituciones (Sánchez & Muñoz, 2014) implica que al contar con recursos limitados, algunas veces no se puede responder de forma rápida y fácil a los requerimientos emergentes propios de las asignaturas, lo que lleva a que los procesos de aprendizaje se vean afectados en ciertos momentos del semestre. Lo anterior se puede presentar cuando un equipo de cómputo requiere una reconfiguración de aplicaciones en horas de clase y se tienen varias versiones de *software* en una misma sala o se presentan inconvenientes con la baja tolerancia por problemas de seguridad informática (virus, *malware*, troyanos), desencadenando tiempos muertos de clase que afectan los espacios que brinda la academia para la transferencia y construcción del conocimiento y apropiación de experiencias, entre otros.

Teniendo en cuenta los puntos de mejora mencionados, el uso de soluciones tecnológicas que puedan mitigar los factores que actúan como barrera para el correcto desarrollo de los procesos educativos puede ser planteado para un mayor aprovechamiento y fácil administración de los recursos con los que se cuente (Laverde, 2014). De este modo, la virtualización de escritorios se establece como un modelo de emulación de *hardware* en donde "Un escritorio virtual está basado en un modelo arquitectural de hardware en el cual una máquina virtual detecta y responde a los cambios de los requerimientos del negocio conforme a su demanda" (Barrett & Kipper, 2010). Con base en lo anterior, estrategias como los DaaS se establecen como una evolución natural del paradigma de la virtualización de escritorios basada en la filosofía del *software* como servicio (*software as a service*, SaaS), permitiendo así obtener los beneficios de la virtualización de escritorios sin los sobrecostos ni los riesgos de la administración y gestión de los recursos físicos (Liu *et al.*, 2014).

En efecto, los *escritorios como servicio* proveen una reducción de esfuerzo administrativo, además de un aprovechamiento de la infraestructura actual de servidores y dispositivos finales, siendo esta una solución rentable, segura y confiable que permite administrar de manera eficiente la

plataforma tecnológica con la que cuentan las organizaciones, mejorando la gestión (Marín, 2013), el desempeño de los recursos, la flexibilidad, la disponibilidad del servicio y aplicaciones, como su manejo dentro de tiempos más eficientes.

La administración de la plataforma se facilita con un esquema centralizado, que deriva en el uso de menores tiempos de aprovisionamiento, soporte y mantenimiento.

Con base en lo anterior y a través de un estudio piloto en los laboratorios de cómputo del proyecto curricular de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia, se analizaron y probaron algunos métodos y herramientas para la entrega de escritorios virtuales a estudiantes y docentes con las aplicaciones y herramientas colaborativas propias de cada asignatura, que fomentan el trabajo en equipo y que sirven de apoyo en el planteamiento y resolución de problemas.

Este artículo presenta una descripción de las fases realizadas en pruebas piloto (recolección, análisis, dimensionamiento, montaje, despliegue y pruebas) ejecutadas con el fin de establecer la viabilidad técnica de la implementación de una herramienta informática para la entrega de *escritorios como servicio* que permita gestionar de manera más eficiente los recursos requeridos por las diferentes asignaturas.

Antecedentes

El concepto de los DaaS surge como una evolución del paradigma de la virtualización de escritorios a partir de su entrega como servicio por medio de un servidor de virtualización Turizo, (2014), Liu, Yan, Zou y Suo (2014) resaltan los beneficios de la implementación de DaaS en paralelo con la infraestructura virtual de escritorios (*virtual desktop infrastructure*, VDI), como la reducción de costos de administración de recursos físicos y la elasticidad de los recursos computacionales. De igual forma, proponen una nueva arquitectura de DaaS basada en un método de diseño de protocolo, que codifica el canal de datos en el cliente (Liu *et al.*, 2014).

Como lo afirma Srivastava, la unión de VDI con DaaS se presenta como una solución que incrementa el valor de los modelos de computación en la nube como IaaS (*infrastructure as a service*) (Srivastava, 2011). Con ello, aplicaciones en la educación mediante el *e-learning* se convierten en muestras interesantes del alcance y la versatilidad de DaaS al incrementar la disponibilidad de acceso a los recursos por parte de los alumnos (Hirasawa *et al.*, 2014; Atencia y García, 2013). Siguiendo esta línea, estudios como el de Kibe, Koyama y Uehara exponen implementaciones eficientes de modelos educativos en la nube a partir de la implementación de DaaS a nivel de multiusuarios, en diferentes combinaciones de sistemas operativos para clientes y servidores, dentro de accesos seguros con llaves RSA (Kibe *et al.*, 2012).

Por otra parte, debido al potencial de crecimiento de las tecnologías soportadas en VDI, estudios como el de Sheikholeslami y Graffi destacan la gran variedad de soluciones tecnológicas presentes en el mercado y concluyen, como lo hace Xen-Desktop de Citrix, que se obtiene el mejor rendimiento en aplicaciones soportadas por *streaming* (Sheikholeslami & Graffi, 2015). Del mismo modo, estudios de rendimiento establecidos sobre entornos virtuales de ejecución (*virtual execution environments*, VEE) resaltan su gran aplicabilidad en la representación de arreglos multidimensionales, en dominios de aplicación científicos (De Carvalho Junior & Rezende, 2016).

Citrix presenta Xen-Desktop como un *software* de virtualización de escritorios que según los resultados de la implementación en un sistema de datos EAST (Wang *et al.*, 2014) tiene ventajas como la administración de servidores, que al ser centralizada promueve la estabilidad, permite la revisión de los datos con una interfaz unificada y posibilita el acceso múltiple de dispositivos en cualquier lugar.

De igual forma, la virtualización de escritorios basada en la tecnología Citrix se ha unido al entorno educativo en donde Xu, Yang y Lei con un diseño de una plataforma para la educación primaria (Xu *et al.*, 2015) resaltan el bajo consumo de energía, el despliegue rápido de *software* principal, la facilidad en la gestión unificada de

asignación y utilización de recursos, el acceso flexible que permite a los estudiantes acceder a los materiales necesarios desde cualquier PC en el aula educativa y el ahorro considerable de recursos de almacenamiento. En este último punto coinciden con Manvar, Mishra y Sahoo al afirmar que el beneficio más importante es la conservación de los recursos, siendo la virtualización una ayuda en la consolidación y balanceo de carga (Manvar *et al.*, 2012). Asimismo, tras dos años de la implementación de VDI en la Universidad de Economía en Wrocław (Chrobak, 2014), se reitera la eficiencia que promete en cuanto al uso de los recursos y la oportunidad de acceder a *software* especializado desde cualquier dispositivo, en cualquier momento y desde cualquier lugar.

Siguiendo la virtualización de escritorios en entornos educativos, se introduce un término al describir mediante un concepto la VDI (Agrawal *et al.*, 2014): las tecnologías verdes (*Green Computing* o *Green IT*), que se refieren a un uso respetuoso del medio ambiente, de los ordenadores y las tecnologías relacionadas. Incluyen políticas, procedimientos y prácticas de computación personal asociados con cualquier uso de la tecnología de la información de manera que tenga un impacto mínimo sobre el medio ambiente. La virtualización reduce las emisiones de carbono y tiene una huella significativamente más pequeña, con algunas soluciones que utilizan menos de una vigésima parte de los materiales requeridos para un PC tradicional. Lo anterior permite analizar la virtualización en general con un enfoque ambiental (Agrawal *et al.*, 2014) y que se suma a su implementación en una institución de educación superior en donde los clientes simultáneamente conectados representan la gran cantidad de estudiantes en aulas educativas.

Metodología

Por la naturaleza del problema por abordar, el tipo de investigación que mejor se adapta es la descriptiva, la cual busca especificar las propiedades que definen la viabilidad técnica de la implementación de la solución que se sugiere con base en el análisis de los resultados de las pruebas piloto, actividad que hace parte de las etapas tempranas en la metodología de implementación

de un proyecto de virtualización y que se utilizó en este estudio de viabilidad.

Citrix, uno de los más reconocidos fabricantes del área de la virtualización, enmarca su metodología en una serie de fases simplificadas, como se muestra en la figura 1 (Citrix, 2016).

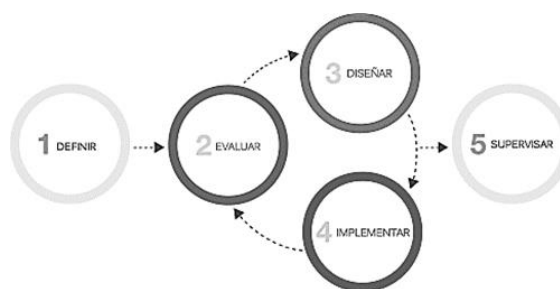


Figura 1. Metodología Citrix (Citrix, 2016).

La implementación de la metodología está basada en el alcance de los proyectos, en la complejidad de las aplicaciones de las organizaciones, en el diseño y construcción de las infraestructuras, así como en un constante mejoramiento de procesos en razón de un continuo monitoreo de la estabilidad de las aplicaciones por virtualizar.

También se estiman actividades propias en los proyectos de virtualización directamente relacionados con la metodología. Estas fases son:

Fase de definición

En esta fase se establecen las estrategias de implementación con las que se aprovecharán al máximo las tecnologías de virtualización, las cuales incluyen:

- iniciativas de plan y planeación estratégica
- estimación de *hardware* requerido
- priorización de requerimientos

Fase de análisis

Fase en la que se revisa el estado actual de la organización, con el fin de identificar los casos de

uso y reunir los requisitos detallados para el proyecto. Con base en esta información se definen los criterios de éxito y se establece la dirección de la implementación. Las tareas de esta fase son:

- sesiones de revisión técnica
- análisis de hallazgos e identificación de problemas que requieran atención
- documentación y presentación de análisis

Fase de diseño

Se definen la arquitectura y los procesos operativos requeridos que cumplirán con los criterios de éxito. Se definen los temas de capacidad de escalabilidad, redundancia y alta disponibilidad, y se pronostican ajustes a la solución para obtener el mejor funcionamiento. Las actividades de esta fase son:

- documentación de arquitectura de *hardware*
- documentación de aplicaciones por virtualizar
- documentación de criterios de éxito y de riesgos
- socialización de la arquitectura

Fase de implementación y pruebas

Se crea y configura el entorno de virtualización, que cumple con las especificaciones de la fase de diseño y realiza pruebas minuciosas de todos los componentes de la infraestructura. Las tareas de esta fase son:

- construcción de infraestructura virtual
- integración de aplicaciones al ambiente virtual
- implementación de políticas de administración
- validación de infraestructura
- pruebas funcionales

Fase de producción

En esta se realiza un piloto controlado sobre el ambiente productivo, con el fin de establecer posibles inconvenientes emergentes, y se afina la infraestructura. Una vez completado el afinamiento se realiza el despliegue de la solución para toda la organización. Las tareas de esta fase son:

- ejecución de piloto controlado
- monitoreo y afinamiento
- despliegue de la solución

Implementación

En el desarrollo del proyecto solo se aplicó parte de la metodología debido a que se buscó encontrar la viabilidad técnica de una implementación de virtualización, para lo cual se utilizó una versión comprimida de la metodología que incluye solamente las fases de definición, análisis, diseño y una limitada implementación y pruebas de desempeño.

Para la fase de definición se realizó un levantamiento de información referente a los recursos y requerimientos que permitieran describir las necesidades actuales que se presentan en los laboratorios de cómputo de la Facultad de Ingeniería y que fueron objeto de la solución propuesta.

Con base en dicho levantamiento, se procedió a hacer el pronóstico de utilización de la infraestructura de acuerdo con las asignaturas y aplicaciones más representativas en los laboratorios de cómputo.

Finalmente, con el análisis de los resultados de la implementación de la solución, se expuso la viabilidad técnica de la implementación de un esquema de entrega de escritorios como servicio y se indica cuáles son las ventajas y desventajas de cada una de las herramientas empleadas en este proyecto.

Para llevar a cabo el despliegue eficiente de las pruebas piloto es fundamental hacer un levantamiento previo de requerimientos, los cuales abarcan las capacidades del *hardware* disponible y las necesidades tecnológicas de estudiantes y docentes durante el desarrollo de sus actividades

en las salas de laboratorios de cómputo, seleccionando de esta información, criterios representativos de las actividades académicas para ser utilizados en las pruebas piloto.

La recolección de información para el análisis se realizó teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Registro de la infraestructura física suministrada para las pruebas piloto. Está compuesta por el *hardware* presente en el centro de datos, la capacidad de cómputo de tal *hardware*, el desempeño de la red de comunicaciones alámbrica, los equipos de cómputo pertenecientes a las salas de laboratorio de la facultad y la gestión de dichos recursos.
- La identificación de herramientas computacionales ofrecidas en los laboratorios de cómputo, centrando el proyecto únicamente en las que han sido proporcionadas a los estudiantes del pregrado de Ingeniería de Sistemas para el desarrollo de sus asignaturas.

Para el desarrollo del proyecto y puesta en marcha de las pruebas piloto, el proyecto curricular de Ingeniería de Sistemas concedió el acceso y utilización de una parte de los servidores de cómputo que tiene a cargo la Facultad de Ingeniería y en los que se desarrollaron las pruebas de las herramientas de virtualización. La especificación técnica de estos servidores se puede visualizar en la tabla 1 y en el siguiente apartado.

Servidor 1. De uso exclusivo para este proyecto.

Servidor 2. Este servidor está compartido con otros proyectos de la Universidad.

Tabla 1

Configuración física de servidores

Servidor	Modelo	Procesador	vCPU	Mem.
1	HP Bladesystem c3000	N/A	N/A	N/A
	HP ProLiant BL460c G7	1 Intel(R) Xeon (R)	4 cores 8 threads	12 GB

			2.40GHz		
2	Sun Blade Chassis 6000	N/A	N/A	N/A	
	Sun Blade x6270 (compartido)	8 Intel(R) Xeon (R) 2.40 GHz	4 cores 32 threads	14 GB	

Red de comunicaciones: un *switch Ethernet* a 10 GB. Fuente: Autores.

Almacenamiento: Para el servidor 1 existen 2 discos locales de 300 GB y para el servidor 2 una SAN de 500 G.

Equipos de cómputo usados: Los equipos de cómputo usados en los laboratorios tienen sistema operativo Windows 7 Profesional, 3 GB de memoria RAM, 1 procesador con 2 núcleos y 300 GB de almacenamiento en disco.

Resultados

Software de usuarios

El *software* alojado y administrado por el departamento de TI de la Facultad de Ingeniería en los equipos de cómputo de las salas de laboratorio se identifica como la población por estudiar. La identificación del *software* para las pruebas piloto se obtuvo de dos fuentes consideradas confiables dentro de los alcances del proyecto.

La primera fuente son conversaciones sostenidas con docentes de la facultad. La segunda es un documento de diagnóstico definido en el marco de un proyecto de dimensionamiento físico para laboratorios virtuales (Vallejo *et al.*, 2012), sumado a un análisis propio del pénsun de proyecto curricular de ingeniería de sistemas.

Las conclusiones de este análisis se centran en que la arquitectura actualmente empleada es de 32 o 64 bits, los sistemas operativos son Windows o Linux y la memoria RAM requerida es de 2 GB. Igualmente, se realiza de cuenta propia un análisis deductivo de la distribución de utilización de los laboratorios en el proyecto curricular, de donde se obtiene un listado de aplicaciones candidatas por virtualizar.

Con la información anterior se obtuvo una lista fiable de aplicaciones con las que se evalúa el desempeño de las herramientas de virtualización dentro del universo de aplicaciones empleadas en la Universidad, las cuales concluyen que los sistemas operativos empleados son Windows y Linux.

Una vez revisadas las aplicaciones de mayor utilización en los laboratorios de cómputo, se seleccionan las aplicaciones más representativas, además de algunas aplicaciones propias del sistema de utilización diaria para los usuarios con los que se realizó la prueba de concepto. Esta información se puede ver en la tabla 2.

Tabla 2

Aplicaciones de software por instalar en los escritorios

Asignatura	S. O.	Aplicación
Programación avanzada,	Windows	Eclipse
Modelos I	Unix	
Programación avanzada,	Windows	NetBeans
Modelos I	Unix	
Programación Básica	Windows	DFD
Programación (base de ejecución JRE, JDK)	Windows	Java
	Unix	
N/A	Windows	Java
N/A	Windows	IE
N/A	Windows	Flash Player Media

Geomántica

Windows

Google Earth

Fuente: Adaptación según estudio de la malla curricular del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Distrital. (<http://ingenieria1.udistrital.edu.co/bannersis/pensum/index-pensum2.html>).

Especificación de perfiles de escritorio virtual

Tomando las evidencias y lineamientos de las fuentes encontradas, así como las características y limitaciones del *hardware* disponible para la configuración y despliegue de las pruebas piloto de **escritorios como servicio**, se identificaron los perfiles de *hardware* que se toman como muestra significativa de la realidad actual en las salas de laboratorio, y se realizó un pronóstico de utilización de *hardware* que quedó estructurado en la fase de diseño.

Diseño

El primer ambiente se configuró en el *hardware* Oracle®, con escritorios administrados desde el *software* Oracle® Virtual Machine, que se ofrece a través del protocolo RDP nativo en Windows. En el segundo ambiente se configuró la solución de Citrix® con máquinas administradas con el *software* VDI-*in-a-box*, estos escritorios se distribuyen a través del protocolo ICA propiedad de Citrix Systems.

Cada solución posee los siguientes recursos computacionales: Para los dos ambientes, la información se encuentra en la tabla 3, y un esquema de su arquitectura se muestra en las figuras 2 y 3.

Tabla 3

Utilización de recursos del servidor Sun Blade x6270 y servidor HP ProLiant BL46013

Servidor	Tipo de máquina	Sistema operativo	Función	
SUN	Hipervisor	Oracle®	Capa	de

	Bare Metal	VM Server	administración de recursos físicos	
	(1-2) Windows Seven Professional	Windows Seven Professional	Máquina de pruebas para la entrega de escritorios por RDP	
	Ubuntu 13	Linux	Máquina de pruebas con conexión remota	
	Oracle® VM manager	Oracle® Linux	Máquina para la consola de administración de los servicios de máquinas virtuales	
	Hipervisor Bare Metal	XenServer Linux	Capa de administración de recursos físicos	
	VDI administrador virtual	CentOS	Administración de escritorios virtuales	
	Windows Base	Windows Seven Professional	Base para la clonación de sistema operativo	
HP	Windows Services	Windows Seven Professional	Máquina de aprovisionamiento de DHCP	
	(1-2) Windows LAB	Windows Seven Professional	Máquinas clonadas automáticamente por el administrador de VDI para dar soporte a los laboratorios	

Fuente: Autores.

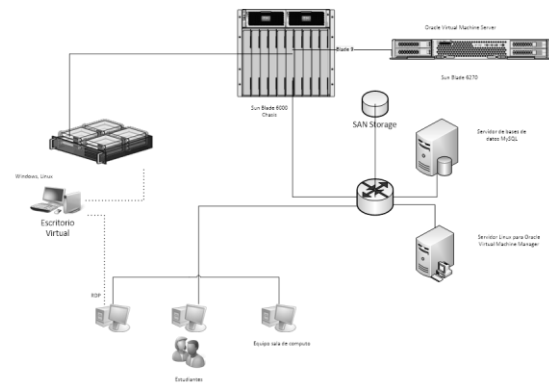


Figura 2. Esquema infraestructura Oracle® Virtual Machine. Fuente: Autores.

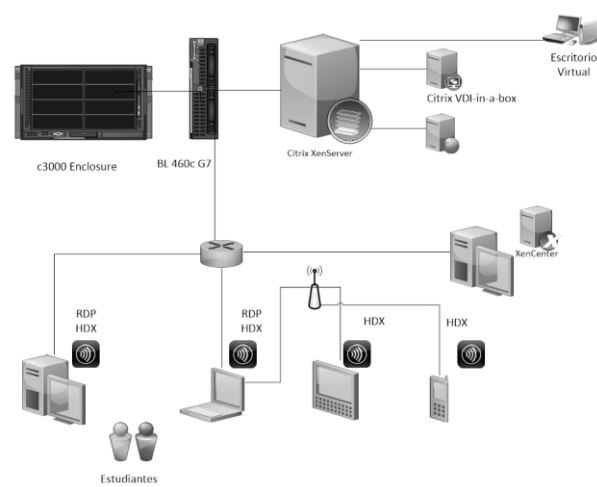


Figura 3. Esquema infraestructura VDI in-a-box. Fuente: Autores.

Construcción y pruebas piloto

La construcción de los ambientes es un proceso que se detalla con precisión en un documento del proyecto (Sánchez & Muñoz, 2014). Debido a la extensión de este proceso, aquí solo se realiza una breve descripción de los componentes de cada ambiente. Estos se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Sistemas operativos para Oracle® VM y VDI in-a-box

Hipervisor	Oracle® Virtual Machine Server		XenCenter	
Consola de administración	de Linux (externa al servidor)		CentOS	
MySQL Base	Data Linux (externa al servidor)		Windows Seven Professional	
Máquina Virtual		Windows Seven Professional	Oracle® Linux	
DHCP Segmento	de		Windows Seven Professional	

Fuente: Autores.

Pruebas de ejecución

En esta labor se establecen comparaciones de las aplicaciones en ambos ambientes, con referencia al despliegue, desempeño, tiempo de carga, respuesta, usabilidad y calidad de gráficos.

Los datos recolectados se muestran en tablas generadas durante el desarrollo de la documentación del proyecto (Sánchez *et al.*, 2014). Una breve muestra de algunas de estas se observan en la tabla 5.

Tabla 5
Carga de memoria y CPU de netbeans en ambientes virtualizados

Aplicación	VDI-in-a Box		Oracle VM	
	Mem.	CPU	Mem.	CPU
S. O.	777 Mb	0,1-1,0%	650 Mb	2,0-2,5 %
NetBeans (1)	1,14 Gb	2,0-5,0%	1,20 Gb	1,5-2,5 %
NetBeans (2)	1,24 Gb	2,0-5,0%	1,25 Gb	2,0-4,0 %
NetBeans (3)	1,33 Gb	2,0-5,5%	1,3 Gb	2,0-4,5 %

Fuente: Autores.

Tabla 6
Carga de red en lanzamiento de pantalla de logeo a escritorios

Remoto Kbps	(mstsc) – Subida	VDI-in-a-box – Kbps	
		Descarga	Subida
0,8	0,5	18,8	1,7
134	0,4	56,7	7,5
101,4	0,6	49	5,6
50,4	0,6	39,4	5,8
46,93	0,65	54,5	7,75
0,1	0,7	59,91	8,79

Fuente: Autores.

Discusión

Con la realización de las pruebas piloto planteadas sobre la infraestructura facilitada y la subsecuente recolección de datos asociadas a este estudio, se establecen los siguientes resultados significativos: Escalabilidad y crecimiento en recursos computacionales. Las dos soluciones planteadas tienen restricciones y ventajas establecidas por cada uno de los fabricantes, las cuales se presentan a continuación:

Con la solución de Oracle VM se requiere tener una infraestructura de características similares al primer servidor para que la solución sea escalable; por tanto, el crecimiento de esta solución es horizontal, donde se añaden nodos de las mismas características.

En la solución de VDI-in-a-box se tienen ambos esquemas de crecimiento, vertical y horizontal, por lo cual las máquinas pueden tener características y recursos computacionales diferentes, permitiendo el crecimiento de los recursos de manera independiente, y contando con la habilidad propia de la solución que balancea la carga entre los nodos según los recursos de cada uno.

Esquemas de almacenamiento. En la implementación de un esquema de escritorios como servicio con Oracle VM, necesariamente se requiere un almacenamiento externo al servidor en donde almacenar los repositorios y los discos virtuales de cada uno de los escritorios.

Con la solución de Citrix, el almacenamiento tiene la posibilidad de utilizar los discos locales de cada uno de los servidores o posicionar los repositorios e imágenes en almacenamientos externos compartidos.

Con la solución de Oracle VM, los escritorios virtuales deberán tener espacios de discos virtuales iguales al tamaño de la imagen principal, mientras que la solución con Citrix solo requiere un 15% de espacio con respecto de la imagen principal, con lo cual se reducen en aproximadamente 80%, los requerimientos de espacio de disco para cada uno de los escritorios virtualizados, en comparación con la solución de Oracle VM.

Utilización de red. En la recolección de datos con respecto a la carga de red, se vislumbra que la solución con Oracle, a través de RDP o RFB, no cuenta con protocolos optimizados para este tipo de implementaciones; estos protocolos son utilizados actualmente en eventos como las maratones de programación, en donde los estudiantes acceden a escritorios remotos a través de la utilización de VNC.

La solución de VDI de Citrix, por el contrario, posee un manejo optimizado de red, manteniendo un tráfico estable la mayor parte del tiempo, no generando caídas por fluctuaciones o ráfagas de información. Comparando los datos y las estadísticas de tráfico de red, se extrae que VDI-*in-a-box* versus Oracle VM muestra una estabilidad superior al 40% y un consumo reducido hasta en un 60% en algunos casos, debido a que cuenta con protocolos optimizados de red.

Desempeño de aplicaciones. Se evidencian falencias con la solución de Oracle VM respecto del manejo de los componentes gráficos y las respuestas visuales; se muestran imágenes pixeladas, tanto para fotogramas como para video, además de la dificultad en la administración de

imágenes en alta resolución o en 3D, necesarias para materias relacionadas con el geoposicionamiento, las cuales generan cansancio visual y descontento en los usuarios finales.

Conclusiones

Teniendo presentes los ambientes de virtualización construidos para los laboratorios de cómputo del presente estudio de viabilidad y con base en los resultados de los diferentes análisis a los esquemas de solución propuestos, se establece que para la entrega de *escritorios como servicio* de laboratorios, es recomendable utilizar la herramienta de virtualización VDI-*in-a-box* de Citrix Systems debido a sus características modernas de administración, al desempeño de carga mejorada, a la disponibilidad del servicio y a la posibilidad de crecimiento progresivo, con lo cual se entregaría a los usuarios finales una experiencia de escritorio optimizado que estará ajustado a las necesidades académicas en constante evolución del mundo moderno.

Con la implementación de VDI-*in-a-box* se ofrece a los usuarios una experiencia de escritorios que se asemeja en un 90% a la experiencia del escritorio local en términos de desempeño y visualización, contando, con características de administración simplificada para las salas de laboratorio, reduciendo hasta en un 60% las tareas de mantenimiento sobre los sistemas operativos, se disminuye aproximadamente en 90% el tiempo de respuesta a solicitudes de problemas de aplicación, con lo cual se tiene la disponibilidad de entregar a los usuarios de los laboratorios escritorios sin degradación y listos para el aprendizaje de conocimientos, permitiendo entregar escritorios focalizados en el perfil de los usuarios, que estarán, desligados de los recursos físicos de las salas, presentando la opción de movilizar las clases a espacios disponibles, sin requerir largos tiempos de preparación de estas salas.

Las pruebas realizadas demuestran que los administradores tendrán perfiles de escritorio y salas virtualizadas en un cuarto del tiempo del esquema actual, reduciendo prácticamente a cero la degradación de los sistemas operativos entregados a los alumnos, debido a que se puede

obtener un escritorio nuevo en un tiempo promedio de 15 minutos.

Aunque la implementación de VDI-*in-a-box* no generará reducción de costos por adquisición de infraestructura o esquemas de licenciamiento, permitirá el aprovechamiento de la infraestructura con la que cuenta, al abrir la posibilidad de utilización de servidores en desuso, los cuales puedan agregarse como nuevos nodos de la solución y pospone la renovación temprana de los equipos de cómputo en las salas de laboratorio, al alargar el tiempo de vida de estos equipos, ya que para la solución de VDI estas terminales no requiere contar con características de última tecnología para ejecutar escritorios con *software* de última tecnología, realiza renovaciones tecnológicas a nivel central a cambio de la renovación de los equipos de los laboratorios de cómputo.

Con respecto del esquema con Oracle Virtual Machine, aunque no es una solución totalmente descartable, las características para la entrega de escritorios como servicio no presentan un desempeño óptimo para la utilización generalizada de escritorios a través de la red, esquema que generaría altas cuotas de tráfico y posibles caídas constantes de los nodos de red.

Finalmente, se evidencia que la entrega de *escritorios como servicio* cuenta con funcionalidades como la simplificación del aprovisionamiento y del aseguramiento del sistema (acceso y flexibilidad), la consolidación de la elaboración de copias de seguridad y automatización de procesos de restauración y recuperación, el balanceo dinámico de cargas de trabajo, la gestión de la escalabilidad de la infraestructura, la administración de una única imagen de los escritorios y la entrega de estos en tiempo real, entre muchas otras.

Por lo anterior, esta última es una solución viable para ser implementada en las instituciones de educación superior.

Referencias bibliográficas

Agrawal, S., Biswas, R., & Nath, A. (2014). *Virtual desktop infrastructure in higher education institution: Energy efficiency as an application of green computing. Proceedings - 2014 4th International Conference on Communication Systems and Network Technologies*, CSNT 2014, 601-605. <http://doi.org/10.1109/CSNT.2014.250>.

Atencia Andrade, A., & García Atencia, F. (2013). Incorporación de las tic en las metodologías de los docentes de especialización en docencia de cecar. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 5(1), 22-38. doi:<http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v5i1.3>

Barrett, D., & Kipper, G. (2010). 3 - *Desktop Virtualization*. In D. Barrett & G. Kipper (Eds.), *Virtualization and Forensics* (pp. 37-55). Boston: Syngress. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-59749-557-8.00003-5>.

Chrobak, P. (2014). *Implementation of Virtual Desktop Infrastructure in academic laboratories. Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, 2014 Federated Conference on, 2, 1139-1146. <http://doi.org/10.15439/2014F213>.

De Carvalho Junior, F. H., & Rezende, C. A. (2016). *Performance evaluation of virtual execution environments for intensive computing on usual representations of multidimensional arrays. Science of Computer Programming*, 1, 1-21. <http://doi.org/10.1016/j.scico.2016.04.005>.

Hirasawa, S., Koizum, D., Nakazawa, M., & Kondo, T. (2014). *Learning styles for e-learning systems over virtual desktop infrastructure. 2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, (5), 3241-3246. <http://doi.org/10.1109/SMC.2014.6974427>.

Kibe, S., Koyama, T., & Uehara, M. (2012). *The evaluations of desktop as a service in an educational cloud. Proceedings of the 2012 15th International Conference on Network-Based Information Systems, NBIS 2012*, 621-626. <http://doi.org/10.1109/NBiS.2012.43>.

Laverde Rodríguez, C. (2014). Aportaciones desde una perspectiva socio-jurídica al debate del trabajo

sexual femenino en Colombia. Revista Logos Ciencia & Tecnología, 5(2), 244-262. doi:<http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v5i2.124>

Liu, J., Yan, H., Zou, C., & Suo, H. (2014). *Advanced Technologies, Embedded and Multimedia for Human-centric Computing: HumanCom and EMC 2013*. In Y.-M. Huang, H.-C. Chao, D.-J. Deng, & H. J. J. (Jong Park (Eds.) (pp. 355-361). Dordrecht: Springer Netherlands. http://doi.org/10.1007/978-94-007-7262-5_42.

Manvar, D., Mishra, M., & Sahoo, A. (2012). *Low cost computing using virtualization for Remote Desktop. 2012 4th International Conference on Communication Systems and Networks, COMSNETS 2012*. <http://doi.org/10.1109/COMSNETS.2012.6151364>.

Marín Fonseca, R., Quintero Montenegro, D., & Medina Valencia, J. (2013). El rol de la gestión del conocimiento en la implementación de un Sistema Integrado de Gestión. Revista Logos Ciencia & Tecnología, 4(2), 33-41. doi:<http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v4i2.188>

Sánchez, L., & Muñoz, M. (2014). *Encuesta administradores de sala*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Sheikholeslami, A., & Graffi, K. (2015). *Euro-Par 2015: Parallel Processing Workshops: Euro-Par 2015 International Workshops*, Vienna, Austria, August 24-25, 2015, Revised Selected Papers. In S. Hunold, A. Costan, D. Giménez, A. Iosup, L. Ricci, E. M. Gómez Requena, M. Alexander (Eds.) (pp. 311-323). Cham: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-27308-2_26.

Srivastava, A. (2011). vDaaS: Reference architecture. *Proceedings - 2011 Annual IEEE India Conference: Engineering Sustainable Solutions, INDICON-2011*, (Vdi). <http://doi.org/10.1109/INDICON.2011.6139359>.

Turizo Arzuza, M. (2014). En la búsqueda de nuevas formas de interacción sociodiscursiva en entornos virtuales de aprendizaje: El nuevo rol docente. Revista Logos Ciencia & Tecnología, 5(2), 263-273. doi:<http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v5i2.123>

Vallejo, L., Pérez, C., & Trujillo, S. (2012). *Prototipo de dimensionamiento de infraestructura física para virtualización de laboratorios del proyecto curricular de ingeniería de sistemas de la Universidad Distrital*. Bogotá.