

Aplicación de FOG, una herramienta  
**open-source para la  
clonación de sistemas  
operativos, en conjunto  
con Dell Command  
Configure Wizard,  
Faronics DeepFreeze  
Cloud o PSEXEC.**



# Optimización de reinstalación de *software* en laboratorios de cómputo académicos de un instituto superior mediante clonación automatizada

## *Optimization of Software Reinstallation in Academic Computer Labs of a Higher Education Institution through Automated Cloning*

### RESUMEN

En un entorno educativo en constante evolución, el área de Tecnologías de la Información (TI) se ha convertido en un componente estratégico. La creciente importancia de proporcionar un sólido soporte tecnológico a los estudiantes, especialmente en el uso de computadoras en laboratorios, destaca la necesidad de una gestión eficiente de los equipos. Sin embargo, en este contexto dinámico, la gestión efectiva de cada equipo se vuelve cada vez más desafiante.

Este estudio tiene como objetivo demostrar la optimización del proceso de reinstalación de *software* en los laboratorios de cómputo de un instituto superior mediante la implementación de una solución de clonación automatizada. El estudio se centra en la aplicación de FOG, una herramienta *open-source* para la clonación de sistemas operativos, en conjunto con Dell Command Configure Wizard, Faronics Deep Freeze Cloud o PSEXEC. Estas herramientas permiten automatizar casi por completo la reinstalación de *software* y configuración en los equipos, asegurando una gestión eficiente y sin interrupciones del servicio.

La metodología empleada consiste en la utilización conjunta de estas herramientas, permitiendo reinstalar todas las computadoras del laboratorio de cómputo a partir de la creación de una imagen de una computadora preconfigurada (Host imagen), la cual se despliega en los equipos host clientes. Este proceso se realiza sin interrupciones del servicio, ya que el proceso automatizado se ejecuta fuera del horario de uso de los equipos.

En consecuencia, se observan los ahorros notables de tiempo y costos, ocasionando una mejora significativa del rendimiento de los equipos de los laboratorios y proporcionando una mejor experiencia de uso para los usuarios finales.

### ABSTRACT

*In a constantly evolving educational environment, the Information Technology (IT) area has become a strategic component. The growing importance of providing robust technological support to students, particularly in the use of computers in laboratories, underscores the need for efficient equipment management. However, in this dynamic context, effectively managing each device becomes increasingly challenging.*

*This study aims to demonstrate the optimization of the software reinstallation process in the computer labs of a higher education institution by implementing an automated cloning solution. The study focuses on the application of FOG, an open-source tool for operating system cloning, combined with Dell Command Configure Wizard, Faronics Deep Freeze Cloud, or PSEXEC. These tools enable the near-complete automation of software reinstallation and configuration on devices, ensuring efficient management and uninterrupted service.*

*The methodology involves the combined use of these tools, allowing the reinstallation of all computers in the lab by creating an image of a preconfigured computer (host image), which is then deployed to client host devices. This process is carried out without service interruptions, as the automated process is executed outside the operational hours of the equipment.*

*As a result, notable time and cost savings are observed, leading to a significant improvement in the performance of the laboratory equipment and providing a better user experience for end-users.*

### Palabras Claves

Clonación, reinstalación de *software*, laboratorios de cómputo, *open source*, *host cliente*, *host imagen*.

### Key words

*Cloning, software reinstallation, computer labs, open source, client host, image host.*



## INTRODUCCIÓN

En instituciones educativas, como institutos y universidades, así como en organizaciones y empresas en general, la gestión eficiente de equipos informáticos es un desafío considerable. Con el creciente número de computadoras en estos entornos, se vuelve crucial mantener y actualizar los sistemas de manera eficaz y económica. En particular, el mantenimiento de equipos de cómputo en laboratorios con numerosos dispositivos es un proceso crítico. Uno de los mayores desafíos es preservar el rendimiento óptimo del sistema operativo Microsoft Windows, que tiende a corromperse con el uso por diversas causas, como actualizaciones fallidas, controladores corruptos, claves de registro, archivos temporales, disco fragmentado, *software* malicioso y la instalación y desinstalación de programas. Sin un mantenimiento adecuado, el rendimiento de los equipos se deteriora, lo que afecta la experiencia de los usuarios y la eficiencia de los laboratorios.

El problema general radica en la incapacidad de muchas instituciones educativas para gestionar de manera eficiente y económica la clonación y el despliegue de sistemas operativos en un gran número de computadoras. Las soluciones comerciales disponibles para estos procesos suelen ser costosas, lo que ejerce una presión adicional sobre los presupuestos educativos, ya de por sí limitados. Además, la administración manual de cada equipo es un proceso laborioso y consume tiempo, lo que dificulta la actualización y el mantenimiento periódico necesarios para asegurar que todos los sistemas funcionen de manera óptima y de forma homogénea.

El problema investigado en este estudio es la optimización del proceso de reinstalación de *software* en los laboratorios de cómputo de un instituto superior mediante la automatización de las tareas involucradas. La investigación se enfoca en demostrar cómo la implementación de herramientas como FOG, Dell Command Configure Wizard, Faronics Deep Freeze Cloud y PSEXEC permite realizar de manera eficiente y rentable la clonación y el despliegue masivo de sistemas operativos. Estas herramientas facilitan la automatización casi total del mantenimiento de *software*, lo que asegura una gestión más eficiente de los equipos sin interrupciones en el servicio.

El objetivo del estudio es demostrar la optimización del proceso de reinstalación de *software* en múltiples computadoras mediante un sistema de clonación eficiente y rentable, optimizando el uso de los recursos disponibles, reduciendo costos y tiempos. Entre los objetivos específicos se incluyen los siguientes: diseñar un proceso de clonación eficaz, configurar y adquirir el *hardware* necesario de manera económica, ejecutar el proceso de forma eficiente y evaluar la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto. Además, el estudio busca demostrar cómo la implementación de herramientas como FOG, Dell Command Configure Wizard, Faronics Deep Freeze Cloud y PSEXEC puede mejorar significativamente el mantenimiento y la gestión de equipos en laboratorios de cómputo. También se pretende identificar posibles mejoras y expansiones para aumentar la eficacia y adaptabilidad del proyecto en diferentes contextos y necesidades futuras.

## FUNDAMENTOS

Váldez [3], en su proyecto, demuestra la eficiencia operativa alcanzada mediante la integración de FOG como herramienta central, lo que permitió mejoras significativas en la velocidad y precisión del proceso de clonación. La decisión estratégica de reutilizar un *router* Gigabit optimizó la transferencia de datos, facilitando la clonación simultánea y reduciendo los tiempos de ejecución del proyecto. Este enfoque no solo garantiza un costo efectivo y sostenible, sino que también sienta las bases para futuras implementaciones escalables y la exploración de técnicas avanzadas de clonación remota.

Capablo [2], en su trabajo, presenta un sistema innovador diseñado para abordar los desafíos de gestión de imágenes de sistemas operativos en redes locales (LAN). Este proyecto se enfoca en ofrecer una solución eficiente, económica y robusta para restaurar y mantener imágenes de sistemas operativos en múltiples computadoras dentro de una red.

En la revista *Tecnología e Innovación Educativa*, el Banco Mundial menciona el aprendizaje personalizado, destacando que la tecnología educativa debe diseñarse para responder a las necesidades de los estudiantes y ofrecer oportunidades de aprendizaje de calidad tanto en las escuelas como en los hogares [1].

## METODOLOGÍA

El proceso de clonación consiste en instalar y configurar todo el *software* necesario en un único equipo, que servirá como imagen base para clonar otros equipos. Este procedimiento reduce significativamente el tiempo requerido para reinstalar el sistema en múltiples estaciones de trabajo, aunque presenta algunas limitaciones, como la necesidad de intervención manual en cada equipo.

El uso de herramientas como Clonezilla Live supera la limitación de clonar un equipo a la vez, permitiendo la clonación simultánea de varios equipos mediante comunicación *multicast*. Sin embargo, en cada clonación es necesario configurar las opciones UEFI (o BIOS) para el arranque desde PXE, además de realizar otras configuraciones posteriores, como el nombre del *host* y la dirección IP.

Este estudio demuestra cómo es posible maximizar la eficiencia del proceso de clonación utilizando Fog Project, una aplicación que no solo permite clonar, sino también gestionar la administración de imágenes de disco y su despliegue en equipos conectados a la red. Complementando FOG, se emplean herramientas como Faronics Deep Freeze o PSEXEC para programar tareas previas a la clonación, y la utilidad Dell Command Configure Wizard para configurar de manera remota la UEFI de los equipos DELL. Este conjunto de herramientas define un proceso de clonación automatizado para la reinstalación del *software*.

A continuación, se detallan las configuraciones y requisitos previos a la clonación:

- Tener una red con un servidor DHCP para la asignación dinámica de direcciones IP.

- Los equipos cliente deben ser el mismo modelo, en este caso se despliegan las imágenes de disco de la marca DELL.
- Cada laboratorio de equipos de cómputo debe contar con su propia VLAN y direccionamiento IP.
- El servidor FOG está instalado en un equipo virtual con sistema operativo Ubuntu.
- Las imágenes de disco tienen una capacidad promedio de 100 GB.
- Habilitación del tráfico *multicast* en los equipos de comunicaciones.
- Configuración del servidor DHCP para soportar el arranque PXE.
- Instalación de la aplicación Dell Command Configure Wizard.
- Instalación y operación del cliente de Faronics Deep Freeze Cloud o PSEXEC en los equipos cliente.
- Registro de los equipos cliente en el servidor FOG, asignándoles nombres únicos.
- Tener el equipo imagen con todo el *software* base y especializado necesario en un equipo para crear la imagen base en el servidor FOG.

El proceso de clonación se divide en tres etapas:

### A. Preclonación

- Generación de un archivo de configuración con Dell Command Configure Wizard para programar el encendido automático de los equipos.
- Distribución y ejecución remota del archivo de programación de encendido y configuración de arranque PXE mediante Deep Freeze o PSEXEC.
- Programación de la tarea de clonación *multicast* en el servidor FOG para todos los equipos del laboratorio.

El tiempo estimado en el proceso de preclonación dura un poco menos de dos horas.

### B. Clonación

- Los equipos se encienden automáticamente según la programación remota.
- Los equipos clientes inician el arranque PXE y se conectan al servidor FOG.
- Los clientes se unen a la sesión *multicast* para empezar el proceso de clonación.
- Las velocidades de transferencia de datos durante la clonación oscilan entre 12 GB/min y 16 GB/min.
- Terminada la clonación, los equipos se reinician y arrancan desde la unidad interna de almacenamiento.

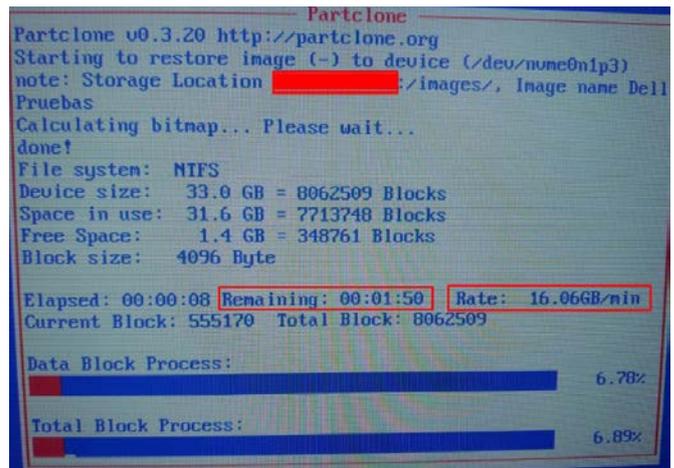


Figura 1. Detalles del tiempo y velocidad estimada en el proceso del despliegue de imagen con FOG

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Despliegue de imagen *multicast* en 24 computadoras (*Host Clients*) en uno de los laboratorios del instituto Tecsup, en el proceso de clonación

Fuente: Elaboración propia.

El proceso del despliegue de imagen en las 24 computadoras toma un tiempo estimado de entre 2 y 3 minutos.

### C. Posclonación

En esta etapa, para el caso particular de Tecsup, no es necesaria la intervención de personal, ya que la configuración final del sistema operativo y de algunas aplicaciones se automatiza mediante

scripts incluidos en la imagen base. Solo se requiere una revisión final para asegurar que todo se haya completado correctamente. Este proceso garantiza una reinstalación eficiente y automatizada, minimizando la intervención manual y maximizando la eficiencia en la gestión de los laboratorios de cómputo.

El tiempo total aproximado para todos los procesos de clonación es de dos horas.

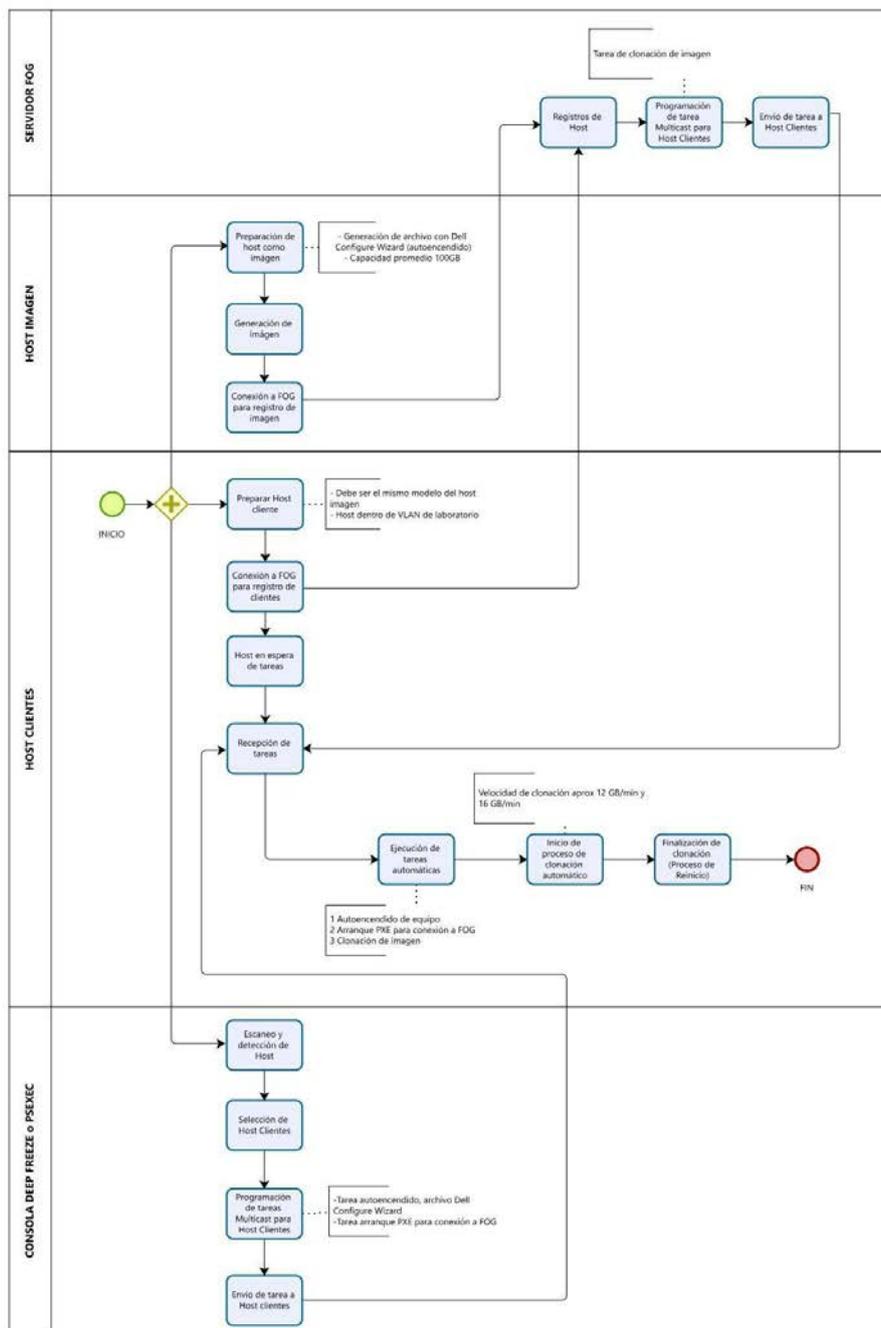


Figura 3. Diagrama de flujo en relación con el proceso de clonación visto desde los equipos Host (imagen y cliente) y herramientas de automatización

Fuente: Elaboración propia.

## RESULTADOS

El estudio demuestra la optimización del proceso de reinstalación de *software* en los laboratorios de cómputo de un instituto mediante una solución de clonación automatizada. Para esta evaluación, se registraron los tiempos de instalación en laboratorios con 24 computadoras cada uno, en la institución. Los resultados se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1

Costos por tipo de herramienta usada para la automatización de clonación, donde se toma como ejemplo el PESEXEC que es gratuito en vez de Deep Freeze debido a que es licenciado y el costo aprox. por equipo es \$10,00

Herramienta de automatización	Costo
FOG	S/0,00
Herramienta Dell Command Configure Wizard	S/0,00
PSEXEC	S/0,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Cálculo de tiempo ahorrado por laboratorio entre el método tradicional y el método automatizado, (considerando que el tiempo de reinstalación por equipo en el método tradicional es de 3 horas)

Método	Cantidad de equipos por laboratorio	Tiempo de reinstalación (horas)	Tiempo ahorrado (horas)	Porcentaje de tiempo ahorrado
Método tradicional	24	72	0	0 %
Método automatizado	24	2	70	97,22 %

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2 compara los tiempos de reinstalación de *software* entre el método tradicional y el automatizado. Los datos muestran que el método automatizado reduce drásticamente el tiempo del proceso y ofrece un ahorro del 97,22 % en comparación con

el método tradicional. Mientras el método tradicional requiere 72 horas por laboratorio, el automatizado reduce este tiempo a solo dos horas, lo que evidencia una mejora significativa en la eficiencia.

Tabla 3

Cálculo de ahorro en soles por laboratorio, considerando el caso de una persona con salario mínimo por mes en Perú trabajando ocho horas diarias

Concepto	Resultado
Salario	S/1025 x mes S/34,17 x día S/4,27 x hora
Horas ahorradas por laboratorio «según tabla 2»	70 horas
Monto ahorrado por laboratorio	S/4,27 x 70 = <b>S/298,90</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3 muestra el ahorro económico por laboratorio al usar el método automatizado de reinstalación de *software*. Con base en el salario mínimo en Perú, de S/1025 mensuales o S/4,27 por hora, el ahorro estimado por laboratorio es de S/298,90. Este

ahorro proviene de la reducción de 70 horas en el tiempo de reinstalación, lo que implica una significativa disminución en los costos laborales.

Tabla 4  
Proyección del ahorro económico en soles acumulado a lo largo de tres años

Tiempo en años	Cantidad de reinstalaciones al año	Cantidad de laboratorios	Monto ahorrado por laboratorio	Monto ahorrado en el tiempo
1	2	26	S/298,90	S/15 542,80
2	2	26	S/298,90	S/31 085,60
3	2	26	S/298,90	S/46 628,40

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4 proyecta el ahorro económico acumulado en soles a lo largo de varios años. Basada en dos reinstalaciones anuales en 26 laboratorios, el ahorro total se estima en S/15 542,80 en el primer año, S/31 085,60 en el segundo y S/46 628,40 en el tercero. Esta proyección demuestra el beneficio económico sostenido del método automatizado, resaltando su eficacia en generar ahorros significativos a lo largo del tiempo.

crece el número de laboratorios y el alumnado, destaca la capacidad del método para generar ahorros significativos a lo largo del tiempo. Esto no solo respalda su uso continuo, sino que también enfatiza su efectividad y su papel clave en el crecimiento y mejora constante de la institución.

## CONCLUSIONES

- El estudio demuestra que la implementación de una solución de clonación automatizada optimiza significativamente el proceso de reinstalación de *software* en los laboratorios de cómputo de un instituto superior. Con herramientas como FOG, Dell Command Configure Wizard, Faronics Deep Freeze Cloud y PSEXEC, hemos logrado una reinstalación estandarizada y eficiente que minimiza la intervención manual y asegura una gestión fluida del servicio.
- La implementación del método automatizado para la reinstalación de *software* ha permitido reducir drásticamente el tiempo necesario para completar el proceso, disminuyendo el tiempo de reinstalación de 72 horas en el método tradicional a solo 2 horas con el automatizado. Esta notable mejora representa un ahorro del 97,22 % en comparación con el método convencional, evidenciando una mejora significativa en la eficiencia del proceso.
- La implementación del sistema automatizado para la reinstalación de *software* no solo ha demostrado ser altamente eficiente al reducir el tiempo, sino que también se traduce en un ahorro económico de S/298,90 por laboratorio de 24 computadoras, basado en el salario mínimo en Perú. Si el salario aumenta, el ahorro económico también crecerá, ya que el personal de TI, además de realizar reinstalaciones, lleva a cabo otras tareas importantes. Este ahorro resalta la ventaja de adoptar soluciones automatizadas, que no solo optimizan la eficiencia, sino que también reducen costos.
- La proyección del ahorro económico acumulado a lo largo de los años revela el impacto positivo del método automatizado de reinstalación de *software*. Basado en dos reinstalaciones anuales en 26 laboratorios, el ahorro total estimado es de S/15 542,80 en el primer año. Este ahorro aumenta a S/ 31 085,60 en el segundo año y llega a S/46 628,40 en el tercer año. Este crecimiento progresivo en el ahorro, a medida que

- La automatización en la reinstalación de *software* ha transformado la gestión de los laboratorios al permitir la programación y ejecución remota de tareas, eliminando la necesidad de presencia física y optimizando el rendimiento del laboratorio. Esta metodología no solo evita problemas comunes como la fragmentación de discos y los archivos corruptos, mejorando la experiencia de uso para estudiantes y usuarios finales, sino que también demuestra ser una solución robusta para la optimización de procesos. Además, su efectividad en el contexto de los laboratorios del instituto superior resalta su versatilidad y potencial para ser adaptada y escalada en organizaciones y empresas, ofreciendo una solución eficiente y flexible para la clonación y configuración de equipos en diversos entornos.

## REFERENCIAS

- [1] Banco Mundial (2020). *Reimaginar las conexiones entre las personas: Tecnología e Innovación Educativa en el Banco Mundial*. Banco Mundial. <https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/817181617183053785/reimagining-human-connections-technology-and-innovation-in-education-at-the-world-bank>
- [2] Capablo, A. (2015). *FOG – Una solución código libre para clonar PCs*. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/78427?show=full>
- [3] Vázquez, O. (2024). *Creación a bajo coste de un sistema de clonación masivo* [Trabajo final de grado]. Universidad Abierta de Cataluña (UOC). <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/149509?locale=es>

## ACERCA DEL AUTOR

### Luis Angel Portocarrero Pinto

Técnico en Redes y Comunicaciones de Datos. Con más de veinte años de experiencia en soporte de Tecnología de la Información en administración de servidores, administración de equipos de comunicaciones, soporte de *hardware* y *software*, diseño e implementación de proyectos de cableado estructurado. Cuatro años de experiencia docente en Tecsup.

 lportocarrero@tecsup.edu.pe

### María Fernanda Condori

Ingeniera industrial y técnica en Redes y Comunicaciones de Datos, con nueve años de experiencia en soporte técnico, así como en el levantamiento y la gestión de inventarios en los sectores educativo, minero y de telecomunicaciones.

Con trayectoria profesional centrada en la gestión, documentación y organización de activos tecnológicos, así como la configuración e instalación de *hardware* y *software*, desempeñando un papel crucial en la migración de equipos informáticos y brindando soluciones efectivas como analista de mesa de servicio de TI.

 mcondorim@tecsup.edu.pe, fercm04@gmail.com

Recibido: 10-05-24

Revisado: 02-09-24

Aceptado: 13-09-24



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons AtribuciónNoComercial 4.0 Internacional.