



Organización y Arquitectura De Computacionales

Prof. Javier Rivera Valverde

## **Proyecto Final – Avance 1**

Kevin José Latino Marín

Santiago Alberto Lobo Ulloa

Alejandro Quesada Ruiz

Fecha de Entrega: 15 de noviembre 2025

III Cuatrimestre 2025

### **Descripción de la organización**

TechNova Solutions S.A. es una empresa costarricense dedicada al desarrollo de soluciones tecnológicas personalizadas para pequeñas y medianas empresas (PYMES). Su actividad principal se enfoca en el diseño de aplicaciones web, la automatización de procesos

empresariales y la implementación de herramientas de análisis de datos que permiten a sus clientes optimizar su operación y mejorar la toma de decisiones.

La organización cuenta con 45 colaboradores distribuidos en las áreas de desarrollo, soporte técnico, ventas, mercadeo y administración. Desde sus oficinas ubicadas en el Parque Empresarial Forum 2, en San José, ofrece atención tanto presencial como remota para clientes en toda Latinoamérica, empleando canales digitales para su comunicación corporativa.

Entre los servicios que ofrece destacan el desarrollo de sitios web corporativos y tiendas en línea, la implementación de sistemas de gestión empresarial (ERP y CRM), consultorías en transformación digital y seguridad informática, así como servicios de hosting, mantenimiento web y desarrollo de software a medida. La empresa sostiene un enfoque sostenible mediante el uso de infraestructura virtualizada en la nube, lo cual contribuye a la eficiencia energética y a la reducción de costos operativos. Su objetivo estratégico es consolidarse como una empresa regional líder en soluciones tecnológicas de alta disponibilidad para PYMES.

## **Diagnóstico inicial de necesidades para el sitio web**

TechNova Solutions requiere un sitio web corporativo con alta disponibilidad que funcione como vitrina digital de los servicios que ofrece y como canal principal de contacto con clientes potenciales. El sitio debe incluir información institucional sobre la empresa como su misión, visión y reseña histórica así como una sección dedicada a la descripción de los servicios disponibles. También debe incorporar un medio de contacto y soporte técnico para clientes activos y un blog informativo orientado a tendencias tecnológicas e innovación digital.

Dado que la página web es un componente crítico para la operación comercial, se establece la necesidad de mantenerla activa incluso ante fallos en alguno de los servidores. Para ello se

implementará un esquema de balanceo de carga entre dos máquinas virtuales que permitan garantizar la continuidad del servicio. Entre los usuarios previstos del sistema se encuentran clientes potenciales interesados en los servicios tecnológicos de la empresa, clientes actuales que requieren soporte o actualizaciones, empleados internos encargados de actualizar contenido y visitantes generales que consultan las publicaciones del blog.

## **Selección de tecnologías**

### **Sistema operativo seleccionado**

Se selecciona Ubuntu Server 22.04 LTS por ser un sistema operativo libre, gratuito y de código abierto, mantenido por Canonical. Esta versión fue lanzada el 21 de abril de 2022 y ofrece cinco años de soporte estándar hasta abril de 2027, que incluye actualizaciones de seguridad y correcciones críticas para todos los paquetes en el repositorio principal (Canonical, 2024). Adicionalmente, mediante una suscripción a Ubuntu Pro se puede acceder a Expanded Security Maintenance (ESM) que extiende el soporte de seguridad por cinco años adicionales hasta abril de 2032, permitiendo mantener la estabilidad del sistema en entornos de producción por un periodo

total de 10 años (Canonical, 2024). Su alta compatibilidad con servidores web como Nginx y Apache, así como con herramientas de red, virtualización y balanceo de carga, lo convierten en una alternativa sólida para el despliegue de servidores virtualizados con requerimientos de disponibilidad continua.

## **Herramienta de virtualización**

Para la implementación de las máquinas virtuales del proyecto se utilizará Oracle VirtualBox, un hipervisor de tipo 2 gratuito, de código abierto y ampliamente utilizado tanto en entornos personales como empresariales. VirtualBox es una solución de virtualización de propósito general para hardware x86\_64, con soporte adicional para macOS/Arm en la versión 7.1 y Windows/Arm en la versión 7.2, lo que lo convierte en una herramienta versátil para portátiles, computadoras de escritorio, servidores y entornos embebidos.

VirtualBox permite crear máquinas virtuales con configuraciones personalizables de CPU, memoria RAM, almacenamiento, adaptadores de red y dispositivos virtuales. Además, aprovecha tecnologías de virtualización asistida por hardware como Intel VT-x y AMD-V, lo que mejora el rendimiento en comparación con herramientas basadas únicamente en emulación. La plataforma ofrece recursos robustos de documentación, incluyendo manuales de usuario, guías técnicas, repositorios de código fuente y una comunidad activa que facilita la resolución de problemas.

## **Mecanismo de alta disponibilidad**

Se implementará HAProxy como mecanismo de alta disponibilidad. HAProxy es un software libre utilizado para el balanceo de carga y la distribución de tráfico entre múltiples servidores web. Su principal función consiste en garantizar la continuidad del servicio en caso de que uno de los nodos falle, redirigiendo automáticamente las solicitudes hacia los servidores activos. Gracias a su estabilidad, flexibilidad y rendimiento, HAProxy es ampliamente empleado en entornos empresariales y sistemas de misión crítica.

## **Diseño de la Arquitectura Computacional**

TechNova Solutions S.A. requiere una infraestructura tecnológica robusta que garantice que su sitio web permanezca accesible y operando en todo momento, incluso ante situaciones de fallo o mantenimiento de sus componentes. El objetivo principal de esta arquitectura es implementar un sistema de alta disponibilidad que elimine puntos únicos de fallo y asegure la continuidad del negocio.

La propuesta presenta una solución basada en redundancia y distribución inteligente del tráfico. El diseño contempla tres servidores virtuales que trabajarán de manera coordinada: uno actuará como distribuidor de solicitudes mediante HAProxy y dos servirán el contenido web de forma simultánea. Esta configuración garantiza que si uno de los servidores web experimenta problemas técnicos, el otro continúe atendiendo a los visitantes sin interrupción perceptible del servicio.

Esta arquitectura representa una solución económica y viable al utilizar exclusivamente software libre, eliminando costos extras de licenciamiento. Al basarse en virtualización, permite

un uso más eficiente de los recursos de hardware disponibles, facilitando futuras expansiones o ajustes según las necesidades de la empresa.

## **Especificaciones técnicas por máquina virtual**

### **Servidor Balanceador HAProxy**

El servidor balanceador constituye el punto de entrada para todas las solicitudes web externas. Su función principal es distribuir el tráfico entre los servidores web backend y monitorear continuamente su estado de salud para garantizar alta disponibilidad.

#### ***Procesador (CPU):***

Se asignan 2 núcleos virtuales (vCPUs) al balanceador, cantidad suficiente para procesar las solicitudes HTTP entrantes y ejecutar los algoritmos de distribución de carga. El procesador base corresponde a un Intel Xeon E-2388G o AMD EPYC 7313P, ambos de arquitectura x86-64 con soporte de virtualización mediante Intel VT-x o AMD-V respectivamente. Estos procesadores de servidor ofrecen tecnologías de virtualización avanzadas, mayor estabilidad bajo cargas continuas y soporte extendido por parte de los fabricantes.

#### ***Memoria (RAM):***

Se destinan 1 GB de memoria RAM DDR4 ECC a 3200 MHz para el balanceador. La memoria ECC (Error-Correcting Code) es estándar en servidores porque detecta y corrige automáticamente errores de memoria, reduciendo la posibilidad de corrupción de datos y caídas inesperadas del sistema. Esta cantidad de memoria es apropiada considerando que HAProxy es extremadamente eficiente en el uso de recursos y principalmente maneja conexiones de red sin almacenar grandes cantidades de datos en memoria.

#### ***Almacenamiento:***

El balanceador cuenta con 20 GB de almacenamiento virtual en formato QCOW2, alojado en un disco SSD NVMe PCIe 4.0 x4. Los discos SSD NVMe ofrecen velocidades de lectura y escritura entre 10 y 30 veces superiores a los discos duros tradicionales, con velocidades de hasta 7000 MB/s en lectura y 5000 MB/s en escritura. El formato QCOW2 con thin provisioning permite que el espacio aprovisionado ocupe inicialmente solo lo necesario, expandiéndose dinámicamente según las necesidades del sistema.

#### ***Red:***

El balanceador dispone de dos interfaces de red virtuales. La primera conecta con la red externa para recibir solicitudes de Internet, mientras que la segunda se comunica con la red interna privada (192.168.100.0/24) para distribuir el tráfico hacia los servidores web backend. Ambas interfaces operan a velocidad Gigabit Ethernet (1000 Mbps) mediante tarjetas Intel I350-T2 o equivalente,

utilizando cables de par trenzado categoría 6 que soportan perfectamente esta velocidad hasta 100 metros de distancia.

## **Servidor Web 1**

El primer servidor web aloja el contenido del sitio corporativo de TechNova Solutions y atiende las solicitudes que le distribuye el balanceador HAProxy. Este servidor mantiene una copia completa del sitio web y opera de manera totalmente independiente de su par redundante.

### ***Procesador (CPU):***

Se asignan 2 núcleos virtuales (vCPUs) para manejar las solicitudes web concurrentes. Esta configuración permite ejecutar el servidor web (Apache o Nginx), procesar scripts PHP si fuera necesario, y atender múltiples conexiones simultáneas sin degradación del rendimiento. El procesador físico subyacente es el mismo Intel Xeon E-2388G o AMD EPYC 7313P de 8 núcleos a 3.2 GHz base, arquitectura x86-64, con 16 MB de caché L3.

### ***Memoria (RAM):***

Se destinan 2 GB de memoria RAM DDR4 ECC a 3200 MHz. Esta cantidad permite cargar el sistema operativo, el servidor web, las páginas estáticas y dinámicas del sitio, además de mantener cachés que aceleran la entrega de contenido frecuentemente solicitado. La configuración dual channel de la memoria física duplica el ancho de banda comparado con un solo módulo, mejorando significativamente el rendimiento en entornos virtualizados donde múltiples VMs compiten por acceso a memoria.

### ***Almacenamiento:***

El servidor cuenta con 25 GB de almacenamiento virtual en formato QCOW2 sobre el mismo SSD NVMe del sistema anfitrión. Este espacio alberga el sistema operativo Ubuntu Server 22.04 LTS, el servidor web, los archivos del sitio corporativo, logs del sistema y espacio para crecimiento futuro. La alta velocidad del SSD NVMe reduce significativamente la latencia de acceso a disco, mejorando los tiempos de respuesta del sitio web y las operaciones de entrada/salida del sistema.

### ***Red:***

El servidor web 1 se conecta exclusivamente a la red interna privada (192.168.100.0/24) donde recibe tráfico del balanceador HAProxy. No tiene exposición directa a Internet, lo cual mejora la

seguridad al aislar los servidores de contenido del acceso público directo. La interfaz de red opera a velocidad Gigabit Ethernet proporcionando ancho de banda más que suficiente para un sitio web corporativo que atenderá entre 50-100 usuarios concurrentes.

## **Servidor *Web 2***

El segundo servidor web constituye el elemento redundante de la arquitectura de alta disponibilidad. Mantiene una configuración idéntica al Servidor Web 1 y aloja exactamente el mismo contenido, garantizando que el sitio permanezca accesible incluso si el primer servidor experimenta fallos técnicos.

### ***Procesador (CPU):***

Se asignan 2 núcleos virtuales (vCPUs) con las mismas características que el Servidor Web 1. Esta paridad en recursos garantiza que ambos servidores puedan manejar cargas equivalentes y que el servicio no experimente degradación de rendimiento al operar con un solo servidor durante eventos de mantenimiento o fallo del otro.

### ***Memoria (RAM):***

Se destinan 2 GB de memoria RAM DDR4 ECC a 3200 MHz, manteniendo la simetría con el Servidor Web 1. Esta configuración uniforme simplifica la administración y garantiza comportamiento predecible del sistema bajo diferentes escenarios de carga.

### ***Almacenamiento:***

El servidor cuenta con 25 GB de almacenamiento virtual en formato QCOW2, idéntico al Servidor Web 1. Alberga una copia completa e independiente del sistema operativo, servidor web y contenido del sitio, permitiendo operación autónoma sin dependencias del otro servidor web.

### ***Red:***

Al igual que el Servidor Web 1, este servidor se conecta únicamente a la red interna privada (192.168.100.0/24) y recibe tráfico distribuido por el balanceador HAProxy. La configuración de red es idéntica para mantener la simetría arquitectónica.

## **Sistema físico anfitrión**



El servidor físico que aloja las tres máquinas virtuales debe proporcionar recursos suficientes para ejecutarlas simultáneamente sin degradación de rendimiento, además de mantener recursos disponibles para el sistema operativo anfitrión y procesos de gestión.

### ***Procesador:***

Intel Xeon E-2388G o AMD EPYC 7313P, procesadores de servidor de entrada con 8 núcleos físicos a 3.2 GHz de frecuencia base, 16 MB de caché L3 y arquitectura x86-64. De los 8 núcleos totales, 6 se asignan a las máquinas virtuales (2+2+2) y 2 permanecen disponibles para el sistema operativo host y procesos de gestión, evitando sobresuscripción excesiva que afectaría el rendimiento.

### ***Memoria:***

16 GB de memoria RAM DDR4 ECC a 3200 MHz en configuración dual channel (2 módulos de 8 GB). La distribución contempla 5 GB combinados para las tres máquinas virtuales (1+2+2), 4 GB para el sistema operativo host y 7 GB disponibles para caché y buffers que mejoran el rendimiento general del sistema.

### ***Almacenamiento:***

Disco SSD NVMe de 512 GB con interfaz PCIe 4.0 x4, modelo Samsung 980 PRO o Western Digital Black SN850. Las especificaciones incluyen velocidades de hasta 7000 MB/s en lectura y 5000 MB/s en escritura, con MTBF (Mean Time Between Failures) de 1.5 millones de horas. La distribución contempla 70 GB aprovisionados para las tres VMs (20+25+25), 50 GB para el sistema operativo host y 372 GB libres para snapshots, backups y crecimiento futuro. Gracias al thin provisioning de QCOW2, el almacenamiento real consumido inicialmente es de aproximadamente 100 GB.

### ***Red:***

Dos tarjetas de red Gigabit Ethernet Intel I350-T2 (dual port) o equivalente, con velocidad de 1 Gbps por puerto, interfaz PCIe x4 y conectores RJ-45 para cable de cobre. La primera tarjeta (eth0) se conecta a Internet/red externa para acceso público al sitio web, mientras que la segunda (eth1) gestiona la red interna privada 192.168.100.0/24 para comunicación entre máquinas virtuales y administración. Los cables utilizados son de par trenzado categoría 6 (Cat 6) UTP, con alcance máximo de 100 metros.

### ***Ventajas Económicas:***

- Inversión inicial única: Sin costos recurrentes de licencias mensuales o anuales

- Costo total de propiedad bajo: Todo el software es open source
- Comparación favorable: Un servidor cloud equivalente costaría aproximadamente \$50-80  
USD mensuales (\$600-960 USD anuales)

### **Capacidad:**

Usuarios concurrentes: 50-100 usuarios con contenido estático

Páginas servidas por segundo: aproximadamente 200-300 páginas/segundo Disponibilidad: 99.9% con redundancia activa

Tiempo de recuperación ante fallos: menos de 10 segundos (detección y redirección automática)

# Documentación de instalación de la infraestructura virtual

## Documentación de la instalación de la máquina virtual

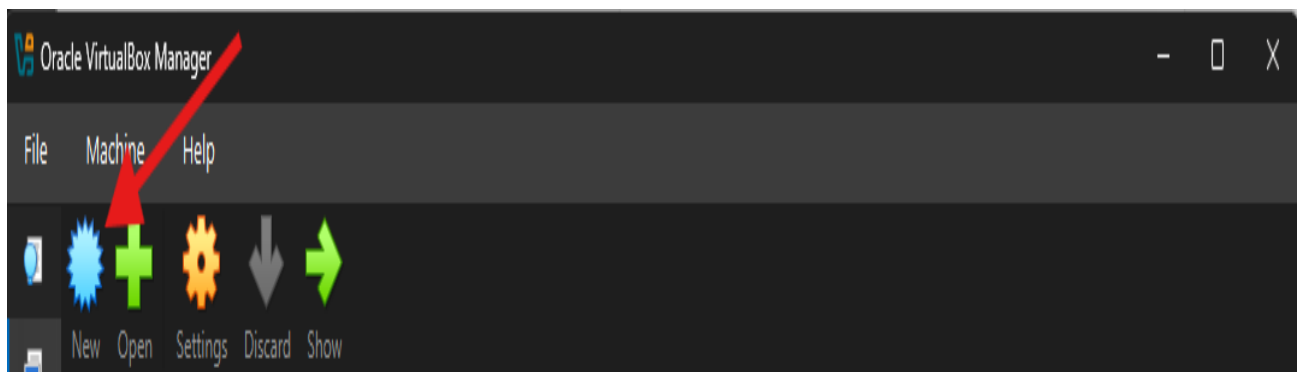
Se utilizó el hipervisor Oracle VirtualBox, creando una máquina virtual denominada TechNovaSolutions, esta máquina virtual es la correspondiente al primer nodo web del entorno de alta disponibilidad.

### Instalación de máquina virtual

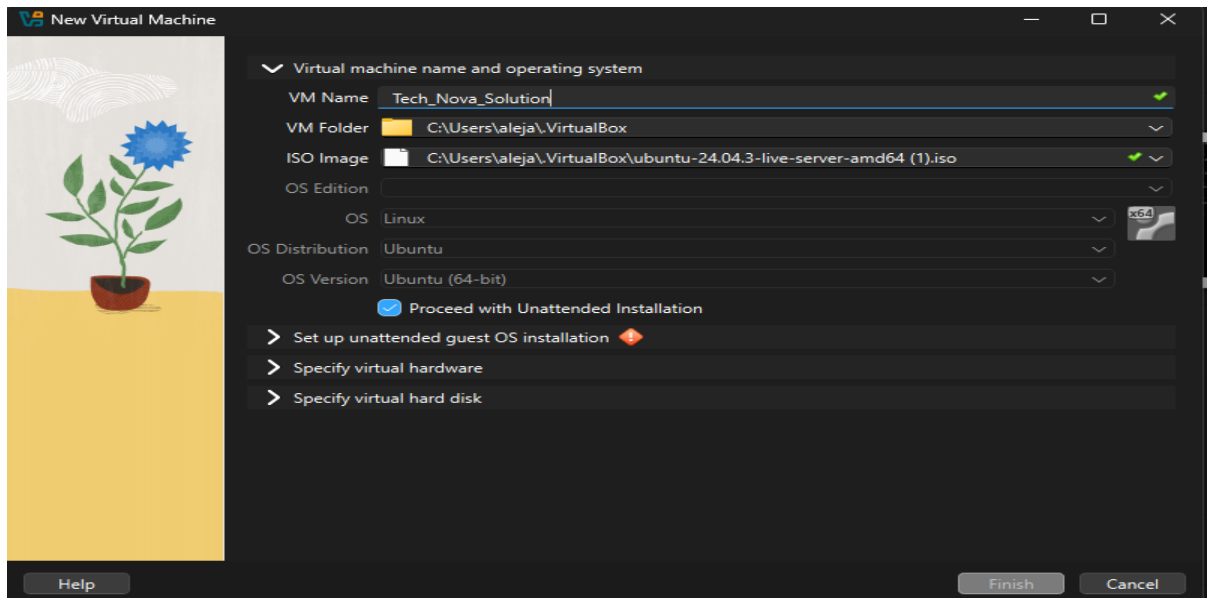
1. Ingresa al sitio web designado para descargar el instalador de Oracle VirtualBox.  
<https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>
2. Una vez instalado el instalado se debe de ejecutar y proceder con la instalación pertinente.

### Creación de la maquina virtual

1. Selecciona la opción de New o Nueva

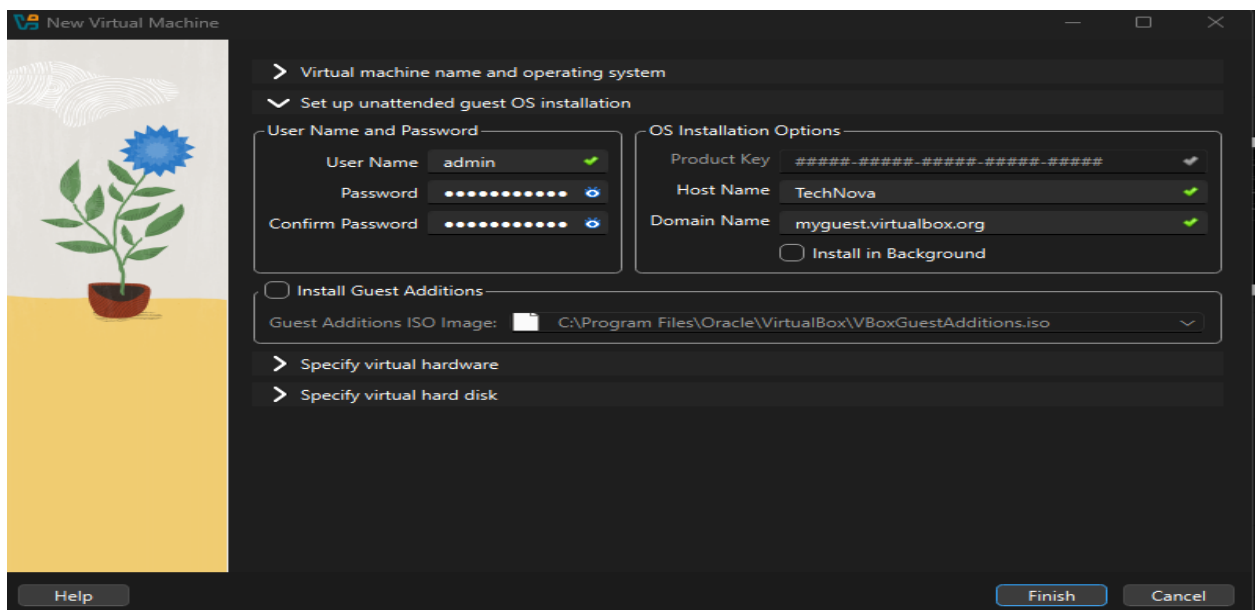


2. Rellenar los siguientes parametros

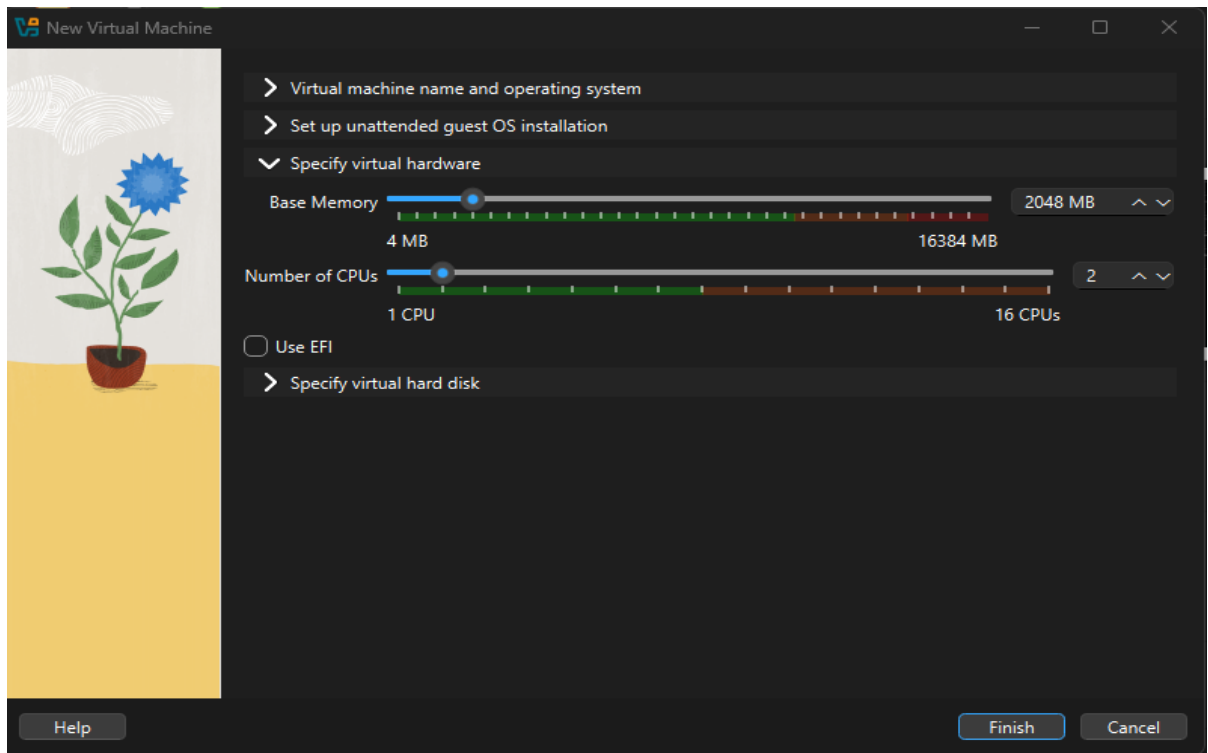


- **VM Name/Nombre:** Debe de poner el nombre de la maquina virtual que desee
- **VM Folder/Caperta:** Debe de asignar la carpeta genera después de la instalación
- **ISO Image/Imagen Iso:** Debe de adjuntar la imagen iso descarga según el sistema operativa a usar, en este caso Ubuntu. (<https://ubuntu.com/download/server> ).

3. Configurar la instalación desatendida del sistema operativo invitado, rellenar los campos según a sus preferencias



#### 4. Especificación del hardware virtual.



## Documentación de la instalación del sistema operativo

Una vez configurada y creada la máquina virtual con el sistema operativo correspondiente, vamos a ejecutar la máquina virtual.

1. Vamos a proceder con el inicio de sesión, según lo definimos en el paso 3 de la documentación de la instalación del sistema operativo.

```
Ubuntu 24.04.3 LTS TechNovaSolutions tty1
TechNovaSolutions login: admin
Password:
Welcome to Ubuntu 24.04.3 LTS (GNU/Linux 6.8.0-87-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/pro

System information as of Sun Nov 16 04:10:12 AM UTC 2025

System load:  0.39               Processes:    108
Usage of /:   10.6% of 24.44GB   Users logged in: 0
Memory usage: 5%                IPv4 address for enp0s3: 192.168.100.121
Swap usage:  0%

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.
26 updates can be applied immediately.
To see these additional updates run: apt list --upgradable

Enable ESM Apps to receive additional future security updates.
See https://ubuntu.com/esm or run: sudo pro status

admin@TechNovaSolutions:~$ _
```

2. Vamos a correr el comando `sudo apt install nginx -y` con este comando vamos a instalar nginx en nuestra máquina virtual.

```
admin@TechNovaSolutions:~$ sudo apt install nginx -y
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  nginx-common
Suggested packages:
  fcgiwrap nginx-doc ssl-cert
The following NEW packages will be installed:
  nginx nginx-common
0 upgraded, 2 newly installed, 0 to remove and 26 not upgraded.
Need to get 564 kB of archives.
After this operation, 1,596 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://archive.ubuntu.com/ubuntu noble-updates/main amd64 nginx-common all 1.24.0-2ubuntu7.5 [43.4 kB]
Get:2 http://archive.ubuntu.com/ubuntu noble-updates/main amd64 nginx amd64 1.24.0-2ubuntu7.5 [520 kB]
Fetched 564 kB in 2s (296 kB/s)
Preconfiguring packages ...
Selecting previously unselected package nginx-common.
(Reading database ... 84376 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../nginx-common_1.24.0-2ubuntu7.5_all.deb ...
Unpacking nginx-common (1.24.0-2ubuntu7.5) ...
Selecting previously unselected package nginx.
Preparing to unpack .../nginx_1.24.0-2ubuntu7.5_amd64.deb ...
Unpacking nginx (1.24.0-2ubuntu7.5) ...
Setting up nginx-common (1.24.0-2ubuntu7.5) ...
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/nginx.service → /usr/lib/systemd/system/nginx.service.
Setting up nginx (1.24.0-2ubuntu7.5) ...
 * Upgrading binary nginx
Processing triggers for man-db (2.12.0-4build2) ...
Processing triggers for ufw (0.36.2-6) ...
Scanning processes...
Scanning linux images...

Running kernel seems to be up-to-date.

No services need to be restarted.

No containers need to be restarted.

No user sessions are running outdated binaries.

No VM guests are running outdated hypervisor (qemu) binaries on this host. [ OK ]
```

- 3.



# Referencias

AMD. (2024). *AMD EPYC processors for servers*. <https://www.amd.com/en/processors/epyc>

Canonical. (2024). *Ubuntu release cycle*. <https://ubuntu.com/about/release-cycle>

HAProxy Technologies. (2024). *HAProxy documentation*. <https://www.haproxy.org>

Intel Corporation. (2024). *Intel Xeon processors*. <https://www.intel.com/xeon>

Oracle Corporation. (2024). *VirtualBox user manual: Powerful open-source virtualization for personal and enterprise use*. <https://www.virtualbox.org>

Samsung Electronics. (2024). *Samsung 980 PRO NVMe SSD*. <https://www.samsung.com/semiconductor/ssd>

Western Digital. (2024). *WD Black SN850 NVMe SSD*. <https://www.westerndigital.com>