



Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Computo



Sistemas Distribuidos

Tarea 6

Respaldo y restauración de una máquina virtual en la nube

Nombre del alumno:

García Quiroz Gustavo Ivan

Grupo: 7CV4

Nombre del profesor: Guerrero Carlos Pineda

Fecha de entrega: 06/11/2025

ÍNDICE

1	Introducción	1
1.1	Objetivo general.....	2
1.2	Alcance de la práctica.....	2
1.3	Requisitos de la actividad	2
1.4	Convenciones de nombres exigidas	3
2	Entorno y herramientas.....	4
3	Implementación paso a paso	13
3.1	Recovery Services Vault (RSV)	13
3.2	Respaldo bajo demanda	19
3.3	Restauración de la máquina virtual.....	25
3.4	Eliminación del proceso de respaldo	32
3.5	Intento de eliminación del vault.....	36
4	Conclusiones.....	42
5	Enlace al chat de la IA GitHub Copilot	43
6	Referencias.....	44

1 Introducción

En esta Tarea 6 se realizó el respaldo y la restauración de una máquina virtual Ubuntu en Microsoft Azure, tomando como base la imagen generada en la Tarea 2. Se creó una VM origen con el nombre T6-2022630278-BACKUP y, tras ejecutar un respaldo completo con Azure Backup, se efectuó la restauración como una nueva VM denominada T6-2022630278-RESTORE, todo en la región Canada Central y bajo la suscripción Azure for Students. Adicionalmente, se detuvo el proceso de respaldo y se intentó eliminar el Recovery Services Vault para documentar el comportamiento del portal ante dependencias de backup, cumpliendo los lineamientos de nomenclatura y requisitos del curso.

El procedimiento comenzó creando la VM a partir de la imagen T2-2022630278-imagen, seleccionando un tamaño con al menos 2 vCPU y 4 GB de RAM (p. ej., B2s/B2ms) para acelerar el respaldo, y asegurando la configuración de red necesaria. Posteriormente, se aprovisionó un Recovery Services Vault (T6-2022630278-vault) en la misma región de la VM, se habilitó el respaldo con una política diaria y se lanzó un “Backup now”, monitoreando el progreso hasta su finalización en Backup jobs. Para la restauración, se eligió el punto de recuperación más reciente y se creó una nueva VM con el nombre exigido, verificando su disponibilidad (por SSH y, en su caso, servicios desplegados previamente en T2). Finalmente, se ejecutó “Stop backup” con la opción de eliminar datos de respaldo y se intentó borrar el vault para capturar el mensaje del portal que indica la imposibilidad de eliminación por dependencias. Se realizaron acciones de limpieza (apagado/eliminación de VMs) para optimizar el uso de créditos. Todo el flujo se llevó a cabo desde Windows 11 y no requirió transferencia de archivos (SFTP), salvo validaciones opcionales.

Para planear y ejecutar la práctica de forma eficiente utilicé la IA de GitHub Copilot, que me ayudó a estructurar los pasos críticos (nombres exactos de recursos, región, políticas de backup, restauración y cierre), a preparar instrucciones claras y reutilizables, y a considerar buenas prácticas operativas (tamaños de VM, monitoreo, limpieza de recursos, y evidencia a través de Activity Log). Copilot facilitó la coherencia con los

requisitos del profesor y redujo tiempos de preparación, sin sustituir el criterio técnico ni las verificaciones en el portal de Azure.

1.1 Objetivo general

Implementar de forma correcta y verificable el proceso de respaldo y restauración de una VM en Azure, asegurando:

- Que la VM a respaldar se crea desde la imagen de la Tarea 2.
- Que los nombres de las VMs cumplen la convención exigida.
- Que existe evidencia (capturas) de cada hito: habilitación de backup, ejecución de Backup now, restauración y detención del respaldo.

1.2 Alcance de la práctica

El alcance comprende la creación de la VM “origen” desde imagen, la configuración del Recovery Services Vault, el lanzamiento de un respaldo completo, la restauración a una nueva VM y la detención del proceso de respaldo, además del intento de eliminación del vault para documentar el mensaje del portal.

Quedan fuera de alcance la configuración de aplicaciones adicionales dentro de la VM restaurada (p. ej., publicación de nuevos servicios), la automatización con scripts/CLI y la eliminación efectiva del vault (no es posible por diseño en este escenario y se debe capturar el mensaje del portal).

1.3 Requisitos de la actividad

En esta tarea se utilizarán los siguientes requisitos operativos, con el fin de cumplir las condiciones de rapidez y compatibilidad del respaldo:

- Suscripción: Azure for Students.
- Región: Canada Central (todos los recursos relevantes deben residir aquí).
- Sistema del alumno: Windows 11.
- Tamaño recomendado de VM para acelerar el respaldo: al menos 2 vCPU y 4 GB de RAM (por ejemplo, Standard B2s o B2ms).

- Recuperación: Recovery Services Vault en la misma región que la VM.

1.4 Convenciones de nombres exigidas

Para garantizar la trazabilidad y aprobar la práctica, se deben respetar literalmente los siguientes nombres de máquinas virtuales:

- VM a respaldar (creada desde imagen de la Tarea 2): T6-2022630278-BACKUP
- VM restaurada (resultado del proceso de Restore): T6-2022630278-RESTORE

Además, se sugiere agrupar los recursos de la tarea en un grupo de recursos dedicado (por ejemplo, T6-2022630278-rg) en Canada Central, manteniendo separada la imagen base de T2 dentro de su propio grupo si así se configuró previamente.

2 Entorno y herramientas

Este trabajo se desarrolla en una suscripción Azure for Students, utilizando exclusivamente la región Canada Central. La gestión de recursos se realiza por el portal de Azure en navegador web desde un equipo con Windows 11. Para validaciones puntuales (como prueba de acceso), se empleará SSH; SFTP no es necesario en esta práctica porque no se solicita copiar archivos hacia/desde la VM.

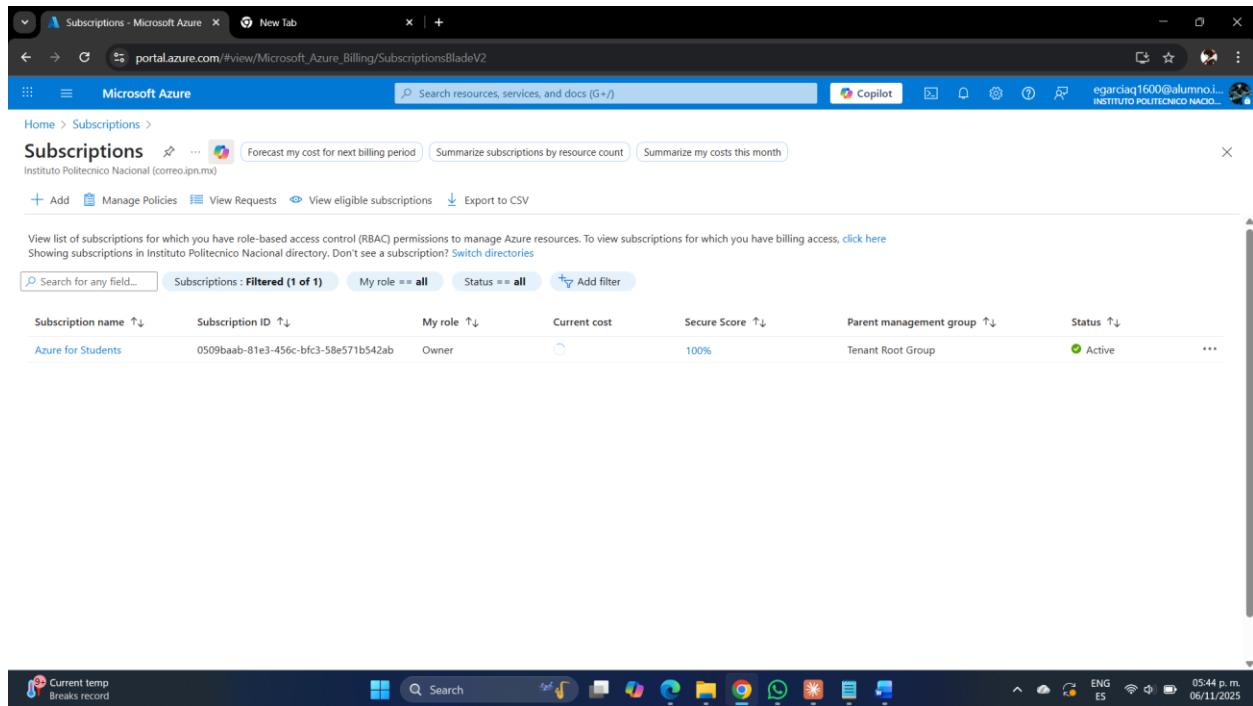


Figura 8: Inicio del portal de Azure mostrando la suscripción “Azure for Students” activa.

La elección de Canada Central obedece a mantener coherencia con la Tarea 2, donde se generó la imagen base. Además, los servicios de Backup requieren que el Recovery Services Vault y la VM estén en la misma región para habilitar la protección. Trabajar en una sola región simplifica dependencias, latencias y costos.

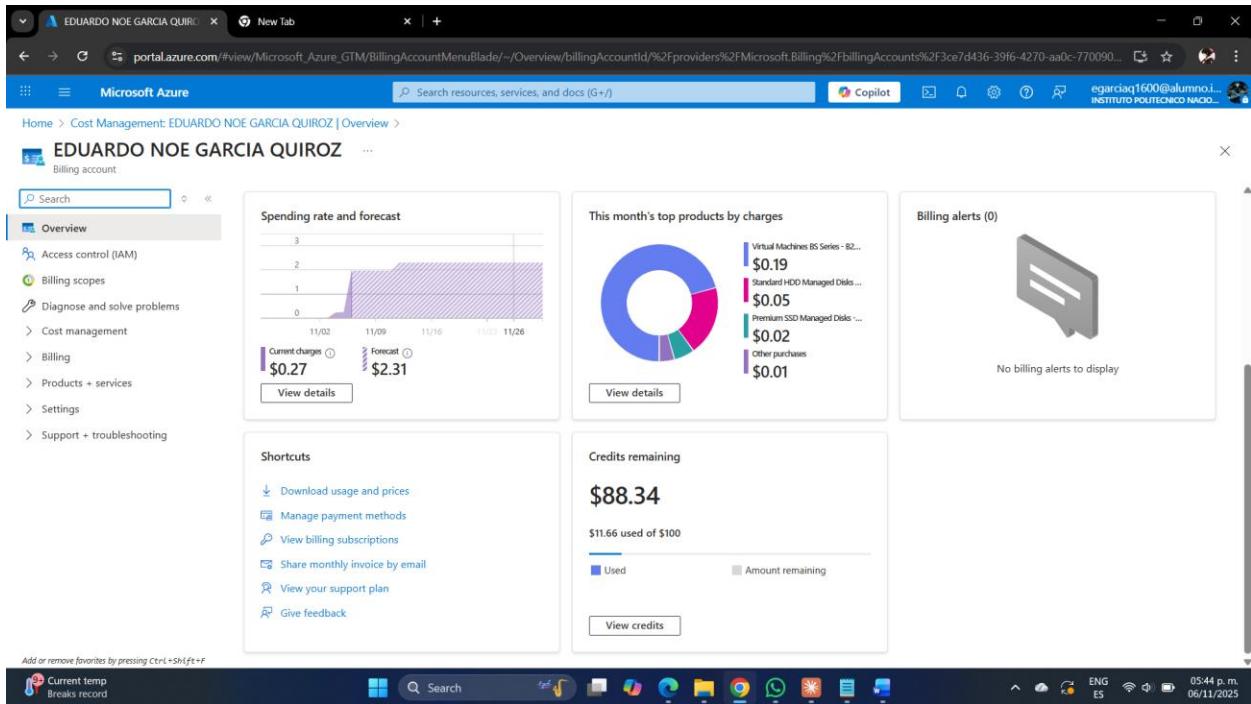


Figura 9: Cost Management > Credits (o Beneficios de estudiante) mostrando el crédito disponible en la suscripción.

En Windows 11 se utiliza el cliente OpenSSH ya integrado en el sistema para conexiones de prueba. No se exponen claves privadas en capturas; únicamente se mostrará, si es necesario, la pantalla de “Connect > SSH” del portal con la IP pública y el usuario de acceso.

- Herramientas principales:
 - Portal de Azure (gestión de recursos, backup y restauración).
 - OpenSSH en Windows 11 (validación de acceso opcional).
- Requisitos técnicos clave:
 - Región única: Canada Central para imagen, VM y Recovery Services Vault.
 - Capacidad de cómputo: tamaño de VM con al menos 2 vCPU y 4 GB de RAM para agilizar el respaldo (p. ej., Standard B2s o B2ms).
 - Permisos mínimos: propietario o colaborador en el grupo de recursos para crear, proteger y restaurar VMs.

- **4. Creación de la VM a respaldar**

La VM a respaldar debe crearse desde la imagen obtenida en la Tarea 2. El nombre exigido por la práctica es T6-2022630278-BACKUP y debe residir en Canada Central. A continuación, se detallan los pasos en el portal para garantizar reproducibilidad y capturas consistentes.

Pasos en el portal:

1. Crear (o confirmar) el grupo de recursos

- Ir a Resource groups > Create.
- Nombre: T6-2022630278-rg.
- Region: Canada Central.
- Create.

2. Iniciar la creación de la VM desde la imagen de T2

- Create a resource > Compute > Virtual machine.
- Pestaña Basics:
 - Subscription: Azure for Students.
 - Resource group: T6-2022630278-rg.
 - Virtual machine name: T6-2022630278-BACKUP.
 - Region: Canada Central.
 - Image: seleccionar “See all images” > pestaña “My items” > elegir T2-2022630278-Imagen.
 - Size: Standard B2s o B2ms (\geq 2 vCPU, \geq 4 GB RAM).
 - Authentication type: SSH public key.
 - Username: azureuser (consistente con T2).

- SSH public key source: Use existing public key (pegar la clave pública utilizada en T2 si es necesario).
 - Inbound port rules: permitir 22 (SSH). Si se validará Tomcat, agregar 8080 y/o 80.
- Pestaña Disks:
 - OS disk type: Standard SSD (suficiente para la práctica).
 - Pestaña Networking:
 - Crear o seleccionar VNet y Subnet en Canada Central.
 - Public IP: crear una (opcionalmente estática para facilitar evidencias).
 - NIC network security group: Basic.
 - Inbound ports: confirmar 22 y, si aplica, 8080/80.
 - Review + create > Create.

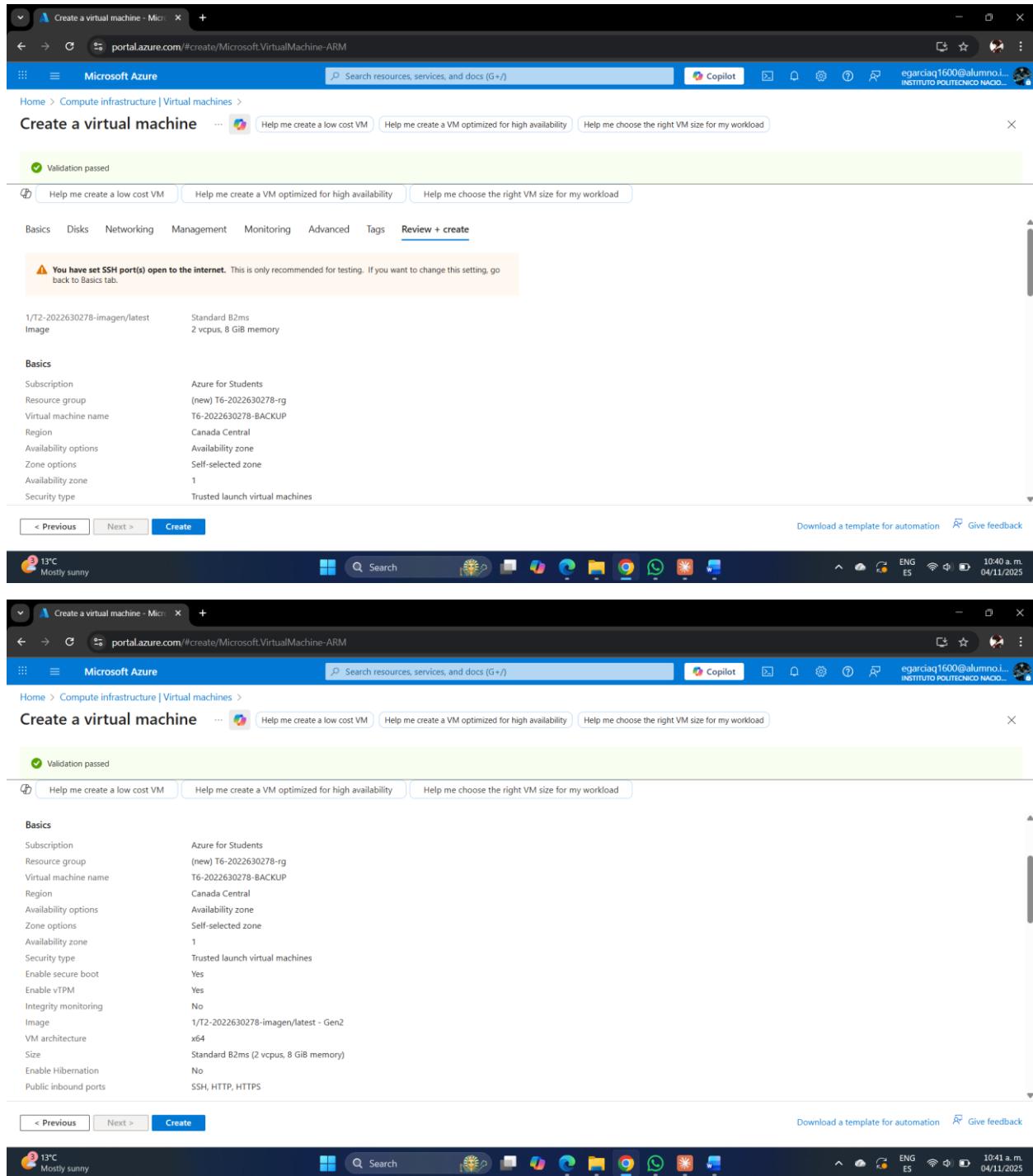


Figura 13: Diálogo de selección de imagen mostrando “My items” y la imagen T2-2022630278-imagen.

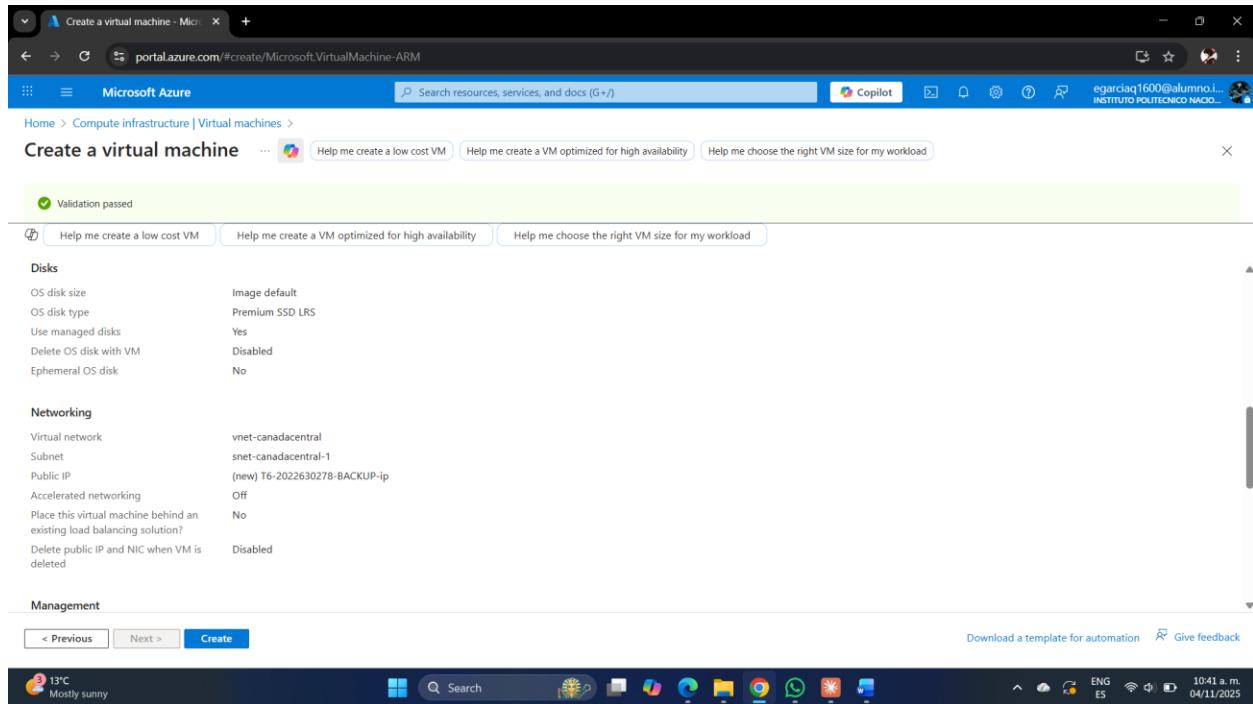


Figura 14: Selección de tamaño (Size) resaltando Standard B2s o B2ms.

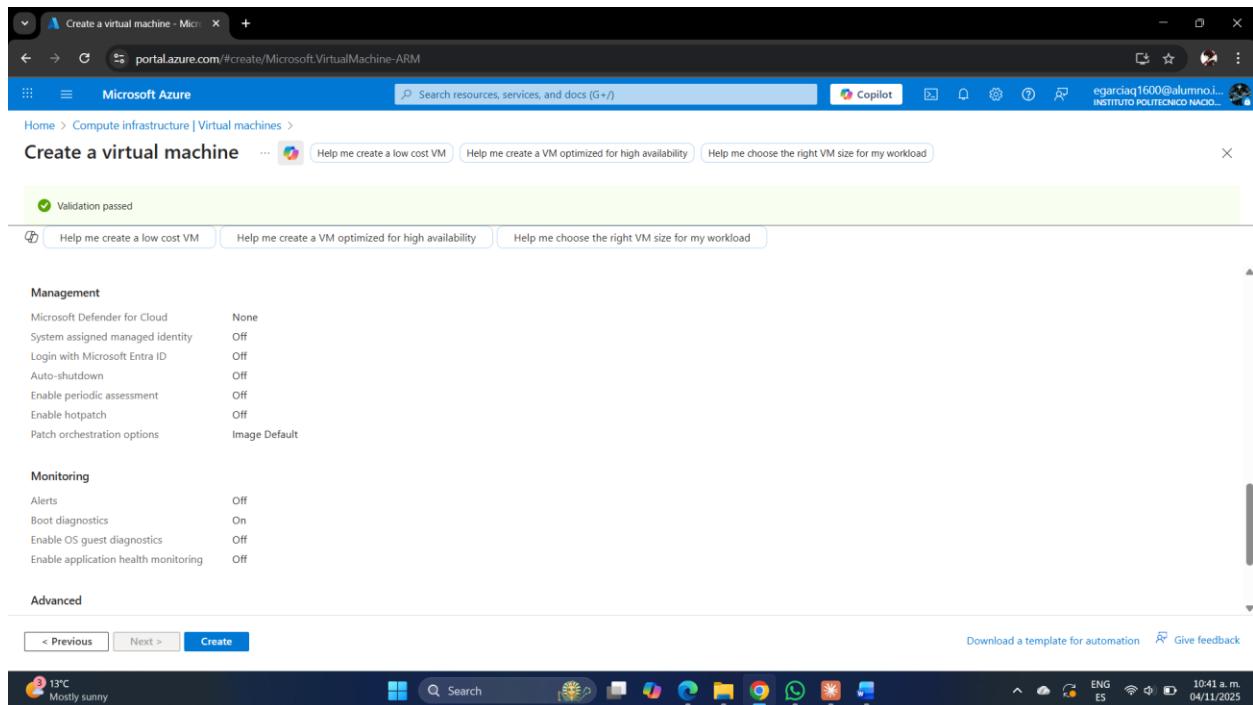


Figura 15: Pestaña Networking con las reglas de entrada (SSH 22, y 8080/80 si aplica).

Una vez completado el despliegue, comprobar el recurso:

- Ir a la VM T6-2022630278-BACKUP > Overview.
- Verificar que el estado sea Running y que la región sea Canada Central.
- Anotar la IP pública si se realizará validación por SSH o acceso web (Tomcat).

Validación opcional (desde Windows 11):

- Conexión SSH para confirmar credenciales:
 - ssh -i C:\Users\ivan-\Documents\GitHub\Sistemas-Distribuidos\Tarea\T2-2022630278_key.pem azureuser@20.220.28.52
- Si en la imagen T2 quedó Tomcat configurado y los puertos 8080/80 abiertos, probar en navegador:
 - http://20.220.28.52:8080/

Name	Subscription	Resource Group	Location	Status	Operating system	Size	Public IP address	Disks
T6-2022630278-BACKUP	Azure for Students	T6-2022630278...	Canada Central	Running	Linux	Standard_B2ms	20.220.28.52	1

Figura 17: Pantalla “Deployment complete” de la VM.

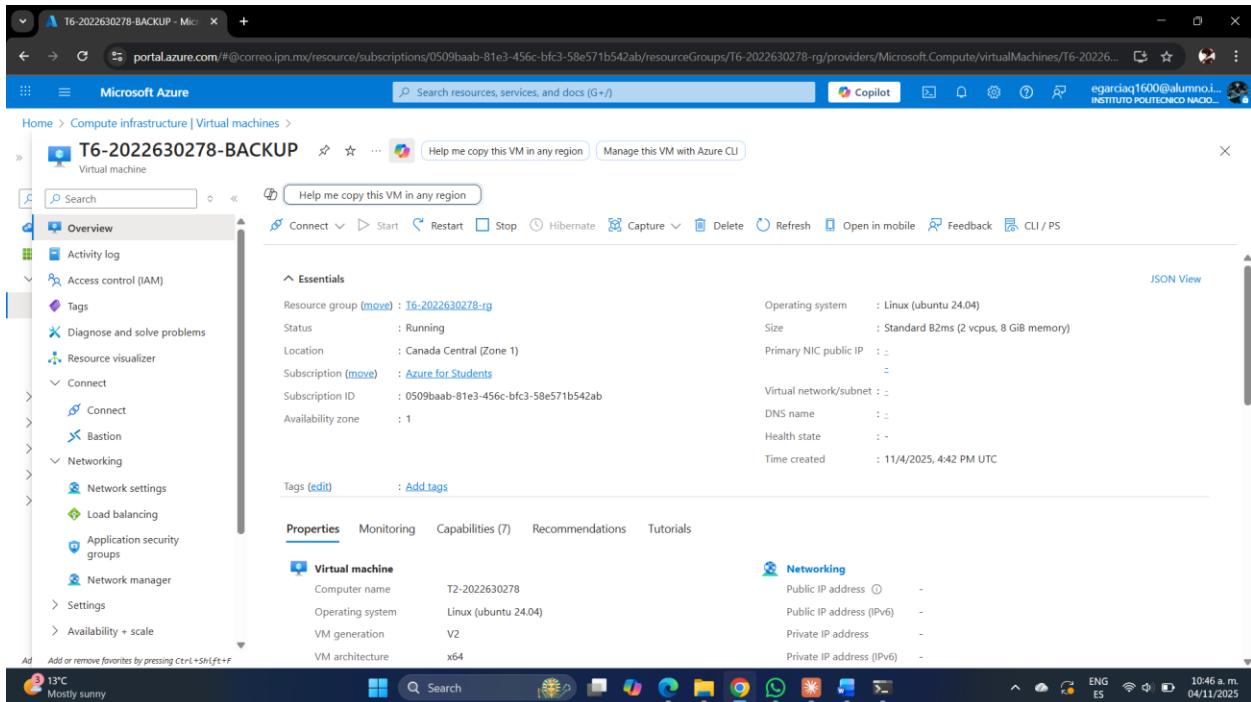


Figura 18: Overview de la VM T6-2022630278-BACKUP con estado Running, nombre y región visibles.

```

azuser@T2-2022630278:~ % 
Microsoft Windows [Version 10.0.26100.6899]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ivan->ssh -i C:\Users\ivan-\Documents\GitHub\Sistemas-Distribuidos\Tarea\T2-2022630278_key.pem azuser@20.220.28.52
The authenticity of host '20.220.28.52 (20.220.28.52)' can't be established.
ED25519 key fingerprint is SHA256:Cpra7B0VyibwKIhQUHb9YZAFrzLztq5QnDZ8dtrLco.
This key is not known by any other names.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
Warning: Permanently added '20.220.28.52' (ED25519) to the list of known hosts.
Welcome to Ubuntu 24.04.3 LTS (GNU/Linux 6.14.0-1012-azure x86_64)

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

System information as of Tue Nov  4 16:45:44 UTC 2025

System load: 0.32           Processes:          126
Usage of /:  9.1% of 28.02GB  Users logged in:    0
Memory usage: 7%            IPv4 address for eth0: 172.16.0.4
Swap usage:  0%

Expanded Security Maintenance for Applications is not enabled.

29 updates can be applied immediately.
6 of these updates are standard security updates.
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

The list of available updates is more than a week old.
To check for new updates run: sudo apt update

Last login: Tue Oct 21 16:31:23 2025 from 200.68.173.14
azuser@T2-2022630278:~ %

```

The screenshot shows a Windows Terminal window with a black background and white text. It displays a terminal session where the user has successfully connected via SSH to a Linux VM (Ubuntu 24.04.3 LTS). The session shows system statistics, update information, and the last login details. The bottom of the screen shows a taskbar with the Windows logo, a search bar, and several pinned icons.

Figura 19: Conexión SSH exitosa en Windows Terminal.

Notas importantes:

- Los nombres deben respetarse exactamente: T6-2022630278-BACKUP (origen). La restauración usará T6-2022630278-RESTORE en pasos posteriores.
- La VM y el Recovery Services Vault deben estar en Canada Central para que el backup se habilite correctamente.
- Para acelerar el primer respaldo, preferir tamaños con \geq 4 GB de RAM. Si la cuota no permite B2s/B2ms, elegir un tamaño equivalente con 2 vCPU y \geq 4 GB (por ejemplo, D2a_v5).

3 Implementación paso a paso

3.1 Recovery Services Vault (RSV)

Para proteger la máquina virtual es necesario contar con un Recovery Services Vault (RSV) en la misma región que la VM. En esta práctica se utilizará Canada Central y se recomienda agrupar los recursos dentro del mismo grupo de recursos para facilitar el control y la limpieza posterior. El nombre sugerido del vault es T6-2022630278-vault.

Recovery Services vaults

No recovery services vaults to display

A disaster recovery and data protection strategy keeps your business running when unexpected events occur. Get started by creating a Recovery Services vault.

[+ Create](#)

[Learn more about Backup](#)

[Learn more about Site Recovery](#)

[Give feedback](#)

Create Recovery Services vault

Basics

Subscription	Azure for Students
Resource group	T6-2022630278-rg
Vault name	T6-2022630278-vault
Region	Canada Central

Redundancy

Backup Storage Redundancy	Geo-redundant
Cross Region Restore	Disable

Vault properties

Immutability	Disabled
--------------	----------

Networking

Connectivity method	Allow public access from all networks
---------------------	---------------------------------------

[Create](#) [Previous: Tags](#) [Feedback](#) [Download a template for automation](#)

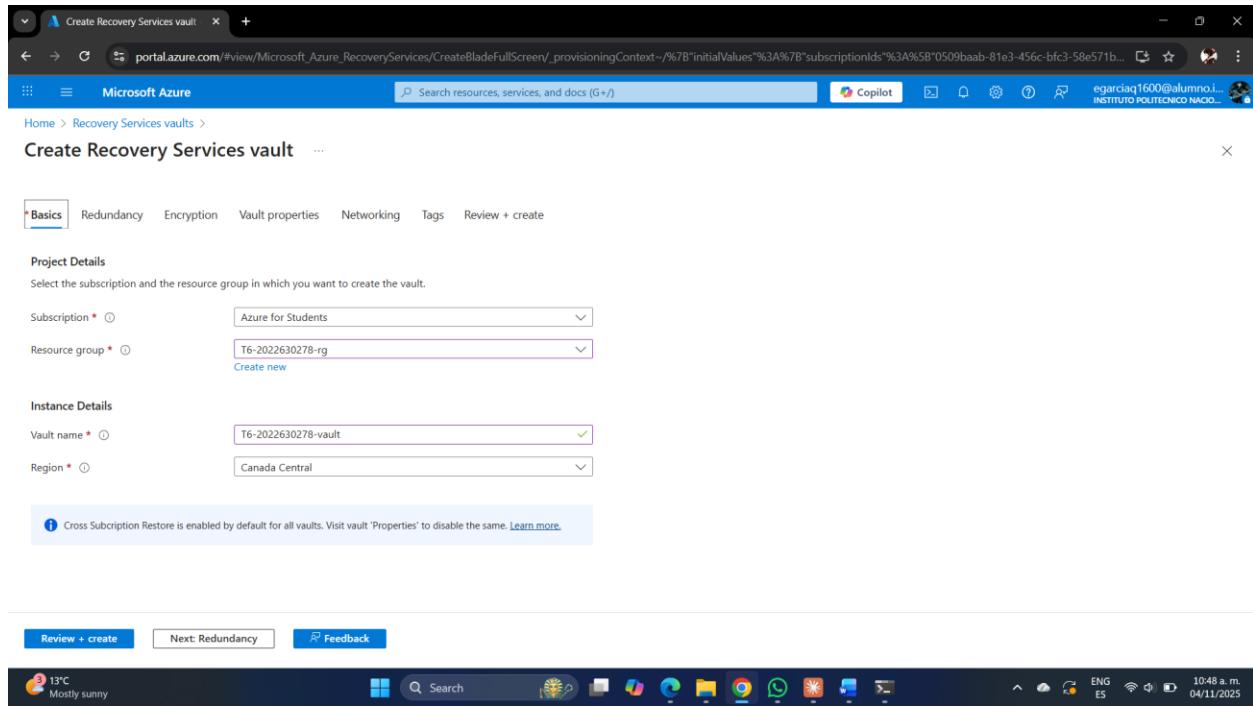


Figura 20: Formulario de creación del Recovery Services Vault con Name = T6-2022630278-vault, Resource group = T6-2022630278-rg y Region = Canada Central.

Una vez creado el vault, revisa su panel Overview para verificar el nombre, el grupo de recursos y la región. Este será el punto central desde el cual se habilitará el respaldo, se ejecutarán respaldos bajo demanda y se administrarán restauraciones de la VM T6-2022630278-BACKUP.

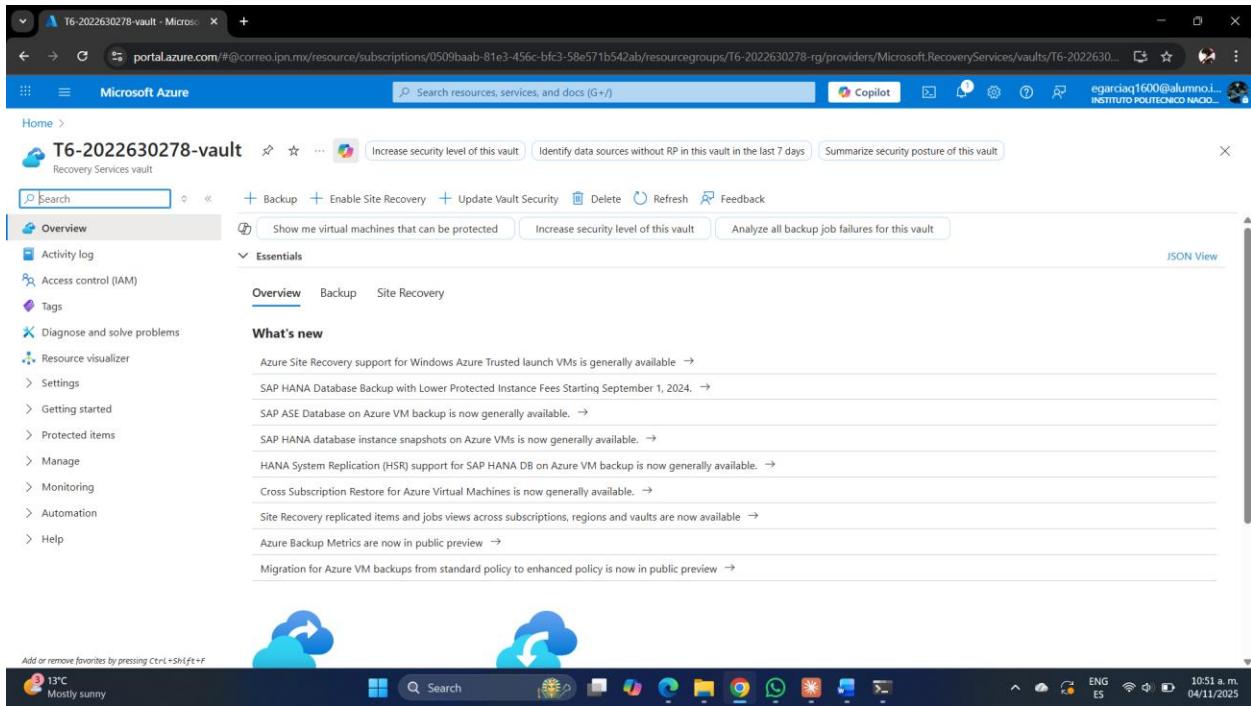


Figura 21: Overview del vault T6-2022630278-vault mostrando la región Canada Central y el estado “Ready”.

Con el vault listo, procede a establecer el objetivo de respaldo (Backup goal). En el asistente, especifica que el workload está en Azure y que el tipo de recurso a respaldar es Virtual machine. Esta selección habilita el flujo para asociar una o varias VMs al vault y aplicar una política de respaldo.

The storage replication is set to Geo-Redundant. This option cannot be changed later. Before proceeding further, click here.

Where is your workload running?

What do you want to backup?

Step: Configure Backup

Backup

Give feedback [Help improve this page](#)

13°C Mostly sunny 10:51 a.m. 04/11/2025

Configure backup - Microsoft Azure

Home > T6-2022630278-vault > Backup Goal

Configure backup

Policy sub type *

Enhanced

- ✓ Multiple backups per day
- ✓ Up to 30 days operational tier retention
- ✓ Support for Trusted Launch Azure VM
- ✓ Support for VMs with Ultra Disks and Premium SSD v2

Standard

- ✓ Once-a-day backup
- ✓ Up to 5 days operational tier retention

Backup policy *

[Create a new policy](#)

Protecting a VM with enhanced policy can incur additional snapshot charges. Please note that once you enable a VM backup with enhanced policy, changing to standard policy type is not possible. [Learn more](#).

Policy details

Full backup

Backup frequency: Every 4 hour(s) starting 8:00 AM UTC for 12 Hour(s)

Instant restore: Retain instant recovery snapshot(s) for 2 day(s)

Retention of daily backup point: Retain backup taken every day for 30 Day(s)

Consistency type: Application or file-system consistent

Virtual machines

[Enable backup](#) Download a template for automation [Give feedback](#)

15°C Sunny 10:53 a.m. 04/11/2025

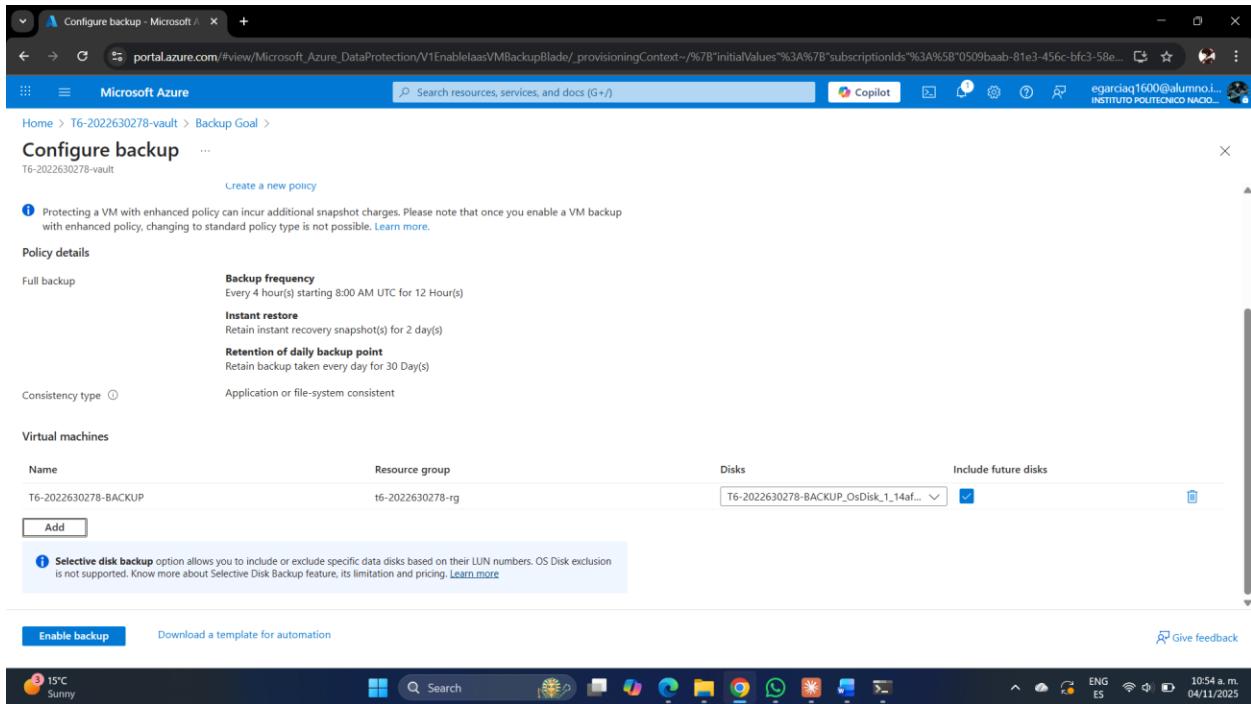


Figura 22: Pantalla “Backup” > “Backup goal” del vault con Where is your workload running? = Azure y What do you want to backup? = Virtual machine.

Al agregar elementos (Add items), el portal listará las VMs elegibles de la misma región. Debe aparecer T6-2022630278-BACKUP; selecciónala. Si no aparece, valida que:

- La VM esté en Canada Central (misma región del vault).
- La VM esté en estado Running o adecuado para la detección.
- La suscripción y el grupo de recursos sean accesibles con tu nivel de permisos.

Figura 23: Selección de la VM T6-2022630278-BACKUP en “Add items” (lista de máquinas virtuales disponibles).

A continuación, define la política de respaldo. Puedes usar la “DefaultPolicy” (diaria) o crear una política específica con retenciones mínimas para agilizar la práctica. Asegúrate de que el horario y la retención cubran al menos la ventana necesaria para generar un punto de restauración válido.

- Política recomendada para práctica:

- Frecuencia: Daily

- Hora: un horario cercano a la hora actual (si aplicaras backup programado)
- Retención mínima: 7 días o la mínima permitida por el curso

Figura 24: Pantalla de selección/creación de la Backup policy con valores de frecuencia diaria y retención breve.

Finalmente, confirma Enable backup. El portal configurará el ítem de backup de la VM y, una vez listo, podrás lanzar un respaldo bajo demanda desde el propio vault o desde “Backup items”.

Figura 25: Confirmación de “Enable backup” exitoso y mensaje de que el recurso quedó protegido.

Notas:

- Es obligatorio que el vault y la VM estén en Canada Central; de lo contrario, no se podrá habilitar la protección.
- Los primeros minutos tras “Enable backup” pueden requerir propagación; si “Backup items” muestra vacío, espera y recarga.
- Si la cuota no permite el tamaño de VM recomendado, usa una alternativa con \geq 4 GB de RAM para acelerar el snapshot inicial.

3.2 Respaldo bajo demanda

Con la protección habilitada, se realizará un respaldo inmediato (“Backup now”) para generar el primer punto de restauración. Este punto será utilizado más adelante en la sección de restauración.

Desde el vault T6-2022630278-vault, navega a Backup items > Azure Virtual Machine. Verás el ítem correspondiente a T6-2022630278-BACKUP con estado de protección configurado.

Microsoft Azure

Home > T6-2022630278-vault Recovery Services vault

Search Analyze all job failures for this vault Identify data sources without RP in this vault in the last 7 days Show me resources that can be protected by this vault

+ Backup + Enable Site Recovery + Update Vault Security Delete Refresh Feedback

Try Azure Backup for SQL to achieve better RPO and Point-in-time restore capabilities for your SQL servers running in Azure VMs. Learn more →

Show me virtual machines that can be protected Increase security level of this vault Analyze all backup job failures for this vault

Overview Activity log Access control (IAM) Tags Diagnose and solve problems Resource visualizer Settings Getting started Protected items Manage Monitoring Automation Help

Backup Site Recovery

Monitoring

Backup Alerts (last 24 hours)

Critical	0
Warning	0

Backup Pre-Check Status (Azure VMs)

Backup Jobs

In progress	0
Failed	0

Add or remove favorites by pressing Ctrl+Shift+F

15°C Sunny ENG ES 10:56 a.m. 04/11/2025

T6-2022630278-vault | Backup items

BACKUP MANAGEMENT TYPE	BACKUP ITEM COUNT
Azure Virtual Machine	1
Azure Backup Agent	0
Azure Backup Server	0
DPM	0
Azure Storage (Azure Files)	0
SQL Database in Azure VM	0
SAP HANA in Azure VM	0
SQL Server in Azure VM (Snapshot backup) (Preview)	0
SAP ASE (Sybase) in Azure VM	0

The screenshot shows the Microsoft Azure portal interface. At the top, there's a navigation bar with links like 'Home', 'T6-2022630278-vault', and 'Backup items'. Below the navigation bar is a search bar and a Copilot button. The main content area is titled 'Backup Items (Azure Virtual Machine)'. A sub-header 'T6-2022630278-vault' is visible. Below the title are several buttons: Refresh, Add, Filter, Change policy, and Feedback. A callout box says 'Show me the virtual machines that can be protected in this vault'. There's also a 'Filter items ...' input field. The main table has columns: Name, Resource Group, Backup Pre-Check, Last Backup Status, Source scan integra..., Source scan summary, Latest restore poi..., Policy name, Policy sub type, and Details. One row is shown: 'T6-2022630278-BACK...' under 'Name', 'T6-2022630278-rg' under 'Resource Group', 'Passed' under 'Backup Pre-Check', 'Warning (Initial backup pending)' under 'Last Backup Status', 'NotConfigured' under 'Source scan integra...', 'Unknown' under 'Source scan summary', 'EnhancedPolicy' under 'Latest restore poi...', 'Enhanced' under 'Policy name', and 'View details' under 'Policy sub type'. At the bottom of the table are navigation buttons: '< Previous', 'Page 1 of 1', and 'Next >'. The bottom of the screen shows the Windows taskbar with icons for Start, Search, File Explorer, Edge, and other applications, along with system status icons like battery level, signal strength, and date/time.

Figura 26: Lista “Backup items > Azure Virtual Machine” mostrando el ítem de la VM T6-2022630278-BACKUP con Protection status = Enabled.

Selecciona la VM T6-2022630278-BACKUP y elige la acción Backup now. El cuadro de diálogo permite definir una retención específica para este respaldo bajo demanda. Para la práctica, es suficiente con una retención breve (por ejemplo, 7 días o la mínima aceptada).

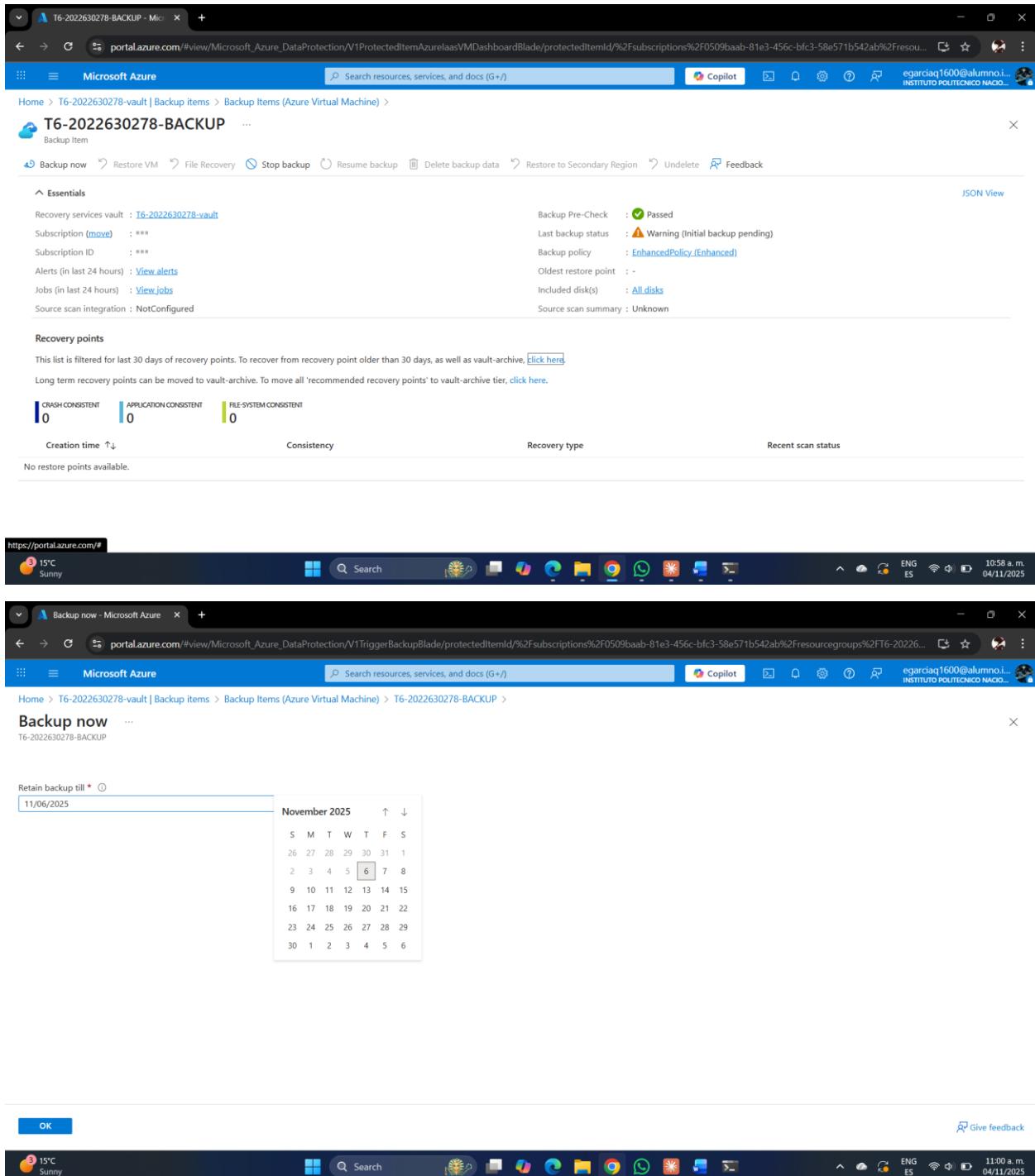


Figura 27: Diálogo “Backup now” con la VM T6-2022630278-BACKUP seleccionada y Retention = 7 days (o configuración mínima).

Al confirmar, el trabajo de respaldo aparecerá en Backup jobs. El progreso típico muestra estados como In progress y, al finalizar, Completed. El tiempo varía según el tamaño del

disco y la carga de la región; con una VM de tamaño B2s/B2ms y disco estándar, debería completar en un lapso razonable para efecto de la práctica.

- Monitoreo recomendado:
 - Vault > Backup jobs (filtra por “In progress” y luego “Completed”)
 - También puedes entrar desde el propio ítem de backup de la VM

The screenshot shows the Microsoft Azure portal interface. The top navigation bar includes the Microsoft Azure logo, a search bar, and various icons. The main content area is titled "Backup" and shows details for a job named "T6-2022630278-BACKUP".
Job details:

VM Name	T6-2022630278-BACKUP
Recovery Point Expiry Time in UTC	11/6/2025 5:00:15 PM
Activity ID	d7de80d3-3bc6-4e10-bcf5-8ef57221802b
Start time	11/4/2025, 11:00:16 AM

Sub tasks:

Name	Status	Duration
Take Snapshot	Completed	00:08:10
Transfer data to vault	In progress	00:18:32

Figura 28: Vista “Backup jobs” mostrando el job en estado In progress.

The screenshot shows the Microsoft Azure portal interface for 'Backup Jobs'. The main content area displays a table of backup jobs:

Workload name	Operation	Status	Type	Start time	Total Duration	Details
T6-2022630278-BACKUP	Backup	Failed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 11:04:54 AM	00:00:01	View details
T6-2022630278-BACKUP	Backup	Completed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 11:00:16 AM	00:27:17	View details
T6-2022630278-BACKUP	Configure backup	Completed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 10:54:46 AM	00:00:30	View details

At the bottom of the table, there are navigation buttons: < Previous, Page 1 of 1, and Next >. The status bar at the bottom of the screen shows the weather (17°C, Sunny), a search bar, taskbar icons (including File Explorer, Edge, and others), and system information (ENG US, 11:39 a.m., 04/11/2025).

Figura 29: Vista “Backup jobs” con el job finalizado en estado Completed.

Una vez completado el job, el ítem de backup de la VM mostrará al menos un punto de restauración disponible. Esto se puede verificar en la sección Restore points del ítem, donde es posible distinguir si el punto es de tipo Snapshot o ya se ha transferido a la capa de vault (Vault tier). Para la restauración inmediata, el snapshot más reciente suele ser suficiente.

Figura 30: Lista de “Restore points” del ítem de backup de T6-2022630278-BACKUP mostrando el punto más reciente.

Recomendaciones finales de esta sección:

- Antes de continuar con la restauración, valida que el punto de restauración esté visible y con estado Completed.
- Si el job tarda más de lo habitual, confirma que la VM T6-2022630278-BACKUP cumple con los requisitos de tamaño y que no hay alertas en el vault.
- No es necesario detener la VM para el “Backup now”; Azure Backup coordina un snapshot consistente a nivel de disco. Sin embargo, cargas intensivas dentro de la VM pueden impactar en el tiempo total del job.

3.3 Restauración de la máquina virtual

Con al menos un punto de restauración disponible, se procede a crear una nueva VM a partir del respaldo. Esta fase valida que el proceso de protección realmente permite recuperar una instancia utilizable y que mantiene la coherencia de sistema y aplicaciones

provenientes de la imagen base de la Tarea 2. La VM restaurada debe llamarse exactamente T6-2022630278-RESTORE y residir en Canada Central.

The screenshot shows the Microsoft Azure portal interface. The top navigation bar includes 'Home', 'Copilot', and user information ('egarciaq1600@alumno... INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL'). Below the navigation bar, the title 'T6-2022630278-BACKUP' is displayed. A toolbar below the title contains buttons for 'Backup now', 'Restore VM', 'File Recovery', 'Stop backup', 'Resume backup', 'Delete backup data', 'Restore to Secondary Region', 'Undelete', and 'Feedback'. The main content area is divided into sections: 'Essentials' and 'Recovery points'. The 'Essentials' section provides summary information about the backup service, including recovery services vault, subscription, and backup policy details. The 'Recovery points' section lists a single point (Creation time: 11/4/2025, 11:00:22 AM) which is 'File-system Consistent'. At the bottom of the page, a Windows taskbar is visible with icons for weather (17°C, Sunny), search, file explorer, and various application icons like Edge, File Explorer, Task View, and others. The system tray shows the date (04/11/2025) and time (11:40 a.m.).

Figura 31: Pantalla del ítem de backup de la VM T6-2022630278-BACKUP con el botón “Restore VM”.

El asistente de restauración permite elegir el punto de restauración más reciente. Para una recuperación ágil, suele ser suficiente el tipo Snapshot (si se creó hace poco). Si ya se movió a la capa de vault (Vault), también es válido; el tiempo de restauración puede variar.

- En el Recovery Services Vault > Backup items > Azure Virtual Machine > T6-2022630278-BACKUP > Restore VM.
- Selecciona el punto de restauración más reciente (Snapshot o Vault).
- Confirma que el estado del punto sea “Completed” antes de continuar.

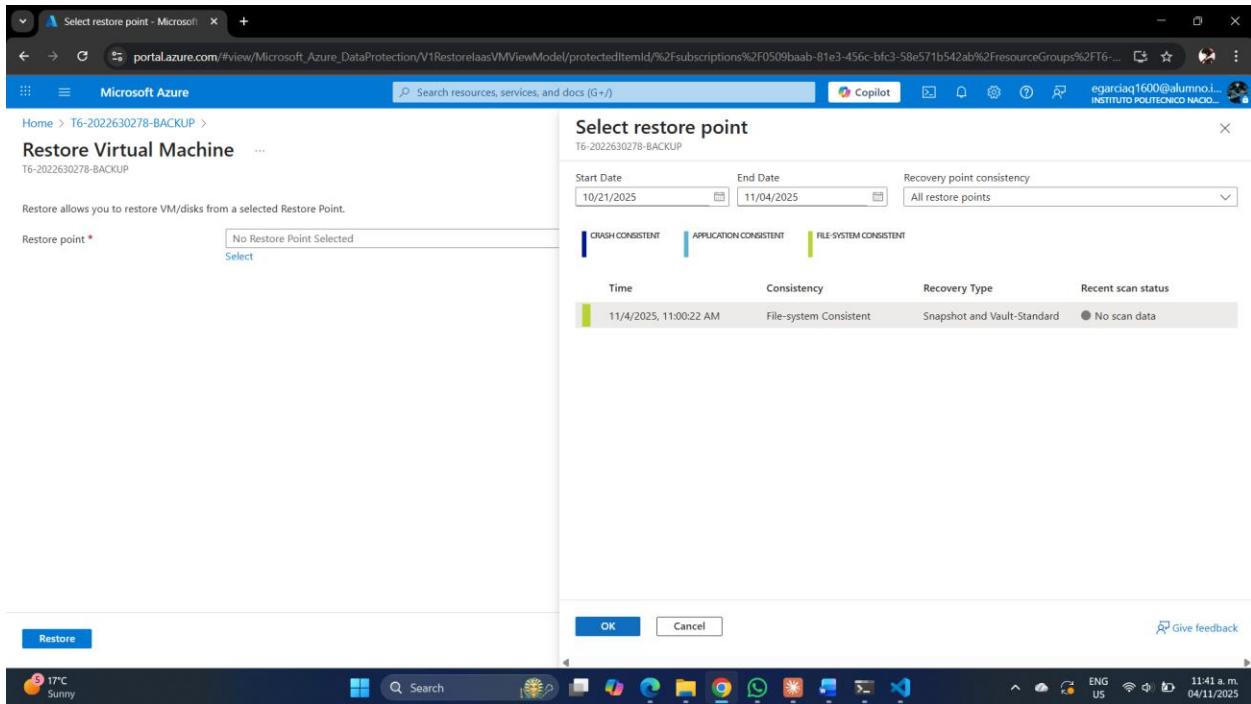


Figura 32: Lista de Restore points con el punto más reciente seleccionado (tipo y timestamp visibles).

Al configurar la restauración, es importante crear una nueva VM para preservar la instancia original hasta finalizar las evidencias. La configuración mínima incluye nombre exacto, grupo de recursos, red y tamaño. Se recomienda reutilizar un tamaño con al menos 4 GB de RAM (p. ej., B2s/B2ms) para mantener coherencia con las pruebas de la práctica.

- Restore type: Create new.
- VM name: T6-2022630278-RESTORE.
- Resource group: T6-2022630278-rg (o el que estés usando para la tarea).
- Region: Canada Central (heredada por el vault).
- Virtual network/subnet: usar la misma VNet de la tarea o crear una nueva.
- Public IP: crear una si validarás SSH o servicios web.
- Size: Standard B2s o B2ms (\geq 2 vCPU y \geq 4 GB RAM).

- Discos: deja valores por defecto salvo que tengas un requisito específico.

Restore Virtual Machine

Restore point *

Data Store Snapshot and Vault-Standard

Restore configuration

Restore target Create new Replace existing

To create an alternate configuration when restoring your VM (from the following menus), use PowerShell cmdlets.

Restore Type *	<input type="radio"/> Create new virtual machine
Virtual machine name *	T6-2022630278-RESTORE
Subscription *	Azure for Students
Resource group *	T6-2022630278-rg
Virtual network *	vnet-canadacentral (T6-2022630278-rg)
Subnet *	snet-canadacentral-1

Create a storage account

Review + create

Basics

Subscription	Azure for Students
Resource group	T6-2022630278-rg
Location	Canada Central
Storage account name	t6backup2022630278st
Preferred storage type	Azure Blob Storage or Azure Data Lake Storage Gen 2
Primary workload	Standard
Performance	Standard
Replication	Read-access geo-redundant storage (RA-GRS)

Advanced

Enable hierarchical namespace	Disabled
Enable SFTP	Disabled
Enable network file system v3	Disabled
Allow cross-tenant replication	Disabled

Review + create

Previous Next **Create** Give feedback

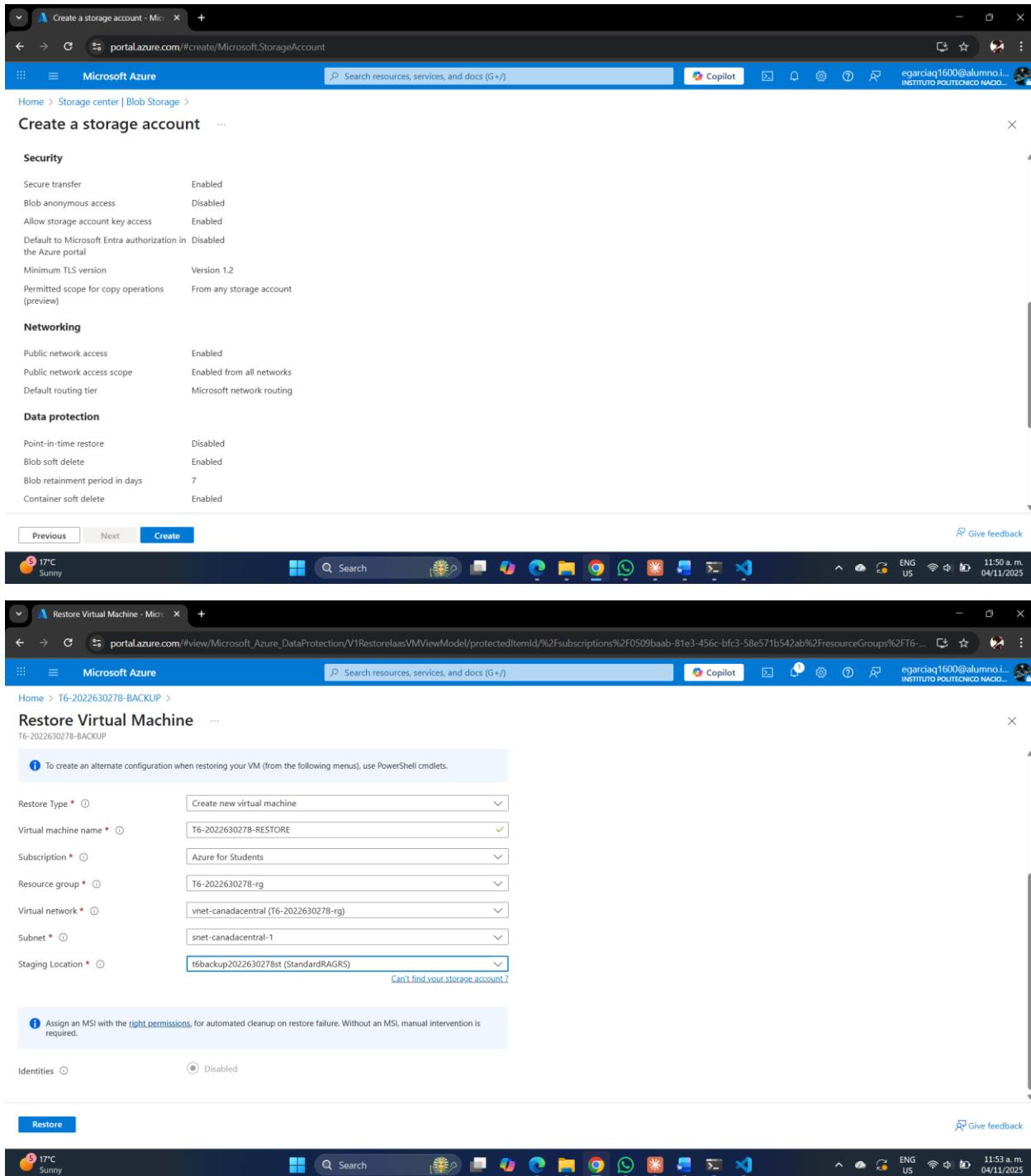


Figura 33: Pantalla “Restore VM” mostrando VM name = T6-2022630278-RESTORE, RG, VNet/Subnet y Size seleccionados.

Al enviar la restauración, Azure creará recursos asociados (discos, NIC, IP pública, etc.) y mostrará el progreso en “Restore jobs” del vault. El tiempo total depende del tamaño

del disco y del tipo de punto de restauración. Durante el proceso no es necesario detener la VM original.

The screenshot shows the Microsoft Azure Backup Jobs interface. At the top, there's a navigation bar with links for Home, T6-2022630278-BACKUP, and Backup Jobs. Below the navigation is a search bar and a Copilot button. The main area displays a table of backup jobs:

Workload name	Operation	Status	Type	Start time	Total Duration	Details
T6-2022630278-BACKUP	Restore	Completed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 11:53:26 AM	00:02:10	View details
T6-2022630278-BACKUP	Backup	Failed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 11:04:54 AM	00:00:01	View details
T6-2022630278-BACKUP	Backup	Completed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 11:00:16 AM	00:27:17	View details
T6-2022630278-BACKUP	Configure backup	Completed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 10:54:46 AM	00:00:30	View details

At the bottom of the table, there are navigation buttons for < Previous, Page 1 of 1, and Next >. Below the table, the Windows taskbar is visible, showing icons for weather (17°C, Sunny), search, file explorer, and various application icons like Edge, File Explorer, Task View, and others. The system tray shows the date (04/11/2025) and time (11:56 a.m.).

Figura 34: Vista de “Restore jobs” con el trabajo de restauración en estado In progress.

Una vez completado el trabajo, verifica la nueva VM en el portal. Debe aparecer con el nombre exacto, en la región Canada Central y con sus recursos de red. Si asignaste IP pública, puedes anotar la dirección para validaciones rápidas de conectividad (SSH) o acceso a servicios (por ejemplo, Tomcat si el puerto 8080 está permitido).

The screenshot shows two windows of the Microsoft Azure portal.

Top Window: This window displays the "Virtual machines" blade under the "Compute infrastructure" category. It lists two virtual machines, both named "T6-2022630278-RESTORE".

Name	Subscription	Resource Group	Location	Status	Operating system	Size	Public IP address	Disk
T6-2022630278-RESTORE	Azure for Students	T6-2022630278-rg	Canada Central	Running	Linux	Standard_B2ms	20.220.28.52	1
T6-2022630278-RESTORE	Azure for Students	T6-2022630278-rg	Canada Central	Running	Linux	Standard_B2ms	-	1

Bottom Window: This window provides a detailed view of the first VM listed above, titled "T6-2022630278-RESTORE".

VM Overview:

- Overview:** Shows the VM's status as "Running" in "Canada Central (Zone 1)".
- Properties:** Lists the VM's configuration:
 - Resource group: T6-2022630278-rg
 - Status: Running
 - Location: Canada Central (Zone 1)
 - Subscription: Azure for Students
 - Subscription ID: 0509baab-81e3-456c-bfc3-58e571b542ab
 - Availability zone: 1
 - Tags: None
- Networking:** Shows the VM has a public IP address of 20.220.28.52.

Figura 35: Overview de la VM T6-2022630278-RESTORE con nombre, región e IP pública (si aplica).

3.4 Eliminación del proceso de respaldo

Con las evidencias de restauración obtenidas, se procede a detener la protección de la VM origen (T6-2022630278-BACKUP) y eliminar sus datos de respaldo. Este paso libera el ítem de backup y deja el vault sin protección activa para esa VM. Es importante completar las capturas antes de borrar datos, ya que la información no se podrá recuperar.

The screenshot shows the Microsoft Azure portal interface. At the top, there's a navigation bar with links like 'Home', 'Recovery Services vaults', 'T6-2022630278-vault | Backup items', and 'Backup Items (Azure Virtual Machine)'. Below this, the main content area displays a table titled 'Recovery points'.

Consistency	Creation time	Recovery type	Recent scan status
File-system Consistent	11/4/2025, 11:00:22 AM	Snapshot and Vault-Standard	No scan data

Below the table, there's a message: 'You can now re-configure backup in a different vault for datasource after "stop backup" in the current vault.' A 'Learn more' link is provided. The 'Stop backup' button is visible at the bottom left of the page.

Figura 37: Ítem de backup de T6-2022630278-BACKUP mostrando la acción “Stop backup”.

El portal solicitará confirmación explícita y, de forma crucial, permitirá elegir si además de detener la protección se eliminan los datos almacenados en el vault. Para la práctica,

se requiere marcar la opción “Delete backup data” a fin de mostrar la consecuencia operativa y preparar el escenario para el intento de eliminación del vault en la sección siguiente del informe.

- Recovery Services Vault > Backup items > Azure Virtual Machine > T6-2022630278-BACKUP > Stop backup.
- Marca “Delete backup data”.
- Confirma (puede solicitar escribir el nombre del ítem o de la VM para autorizar).
- Envía la operación y monitorea el job resultante.

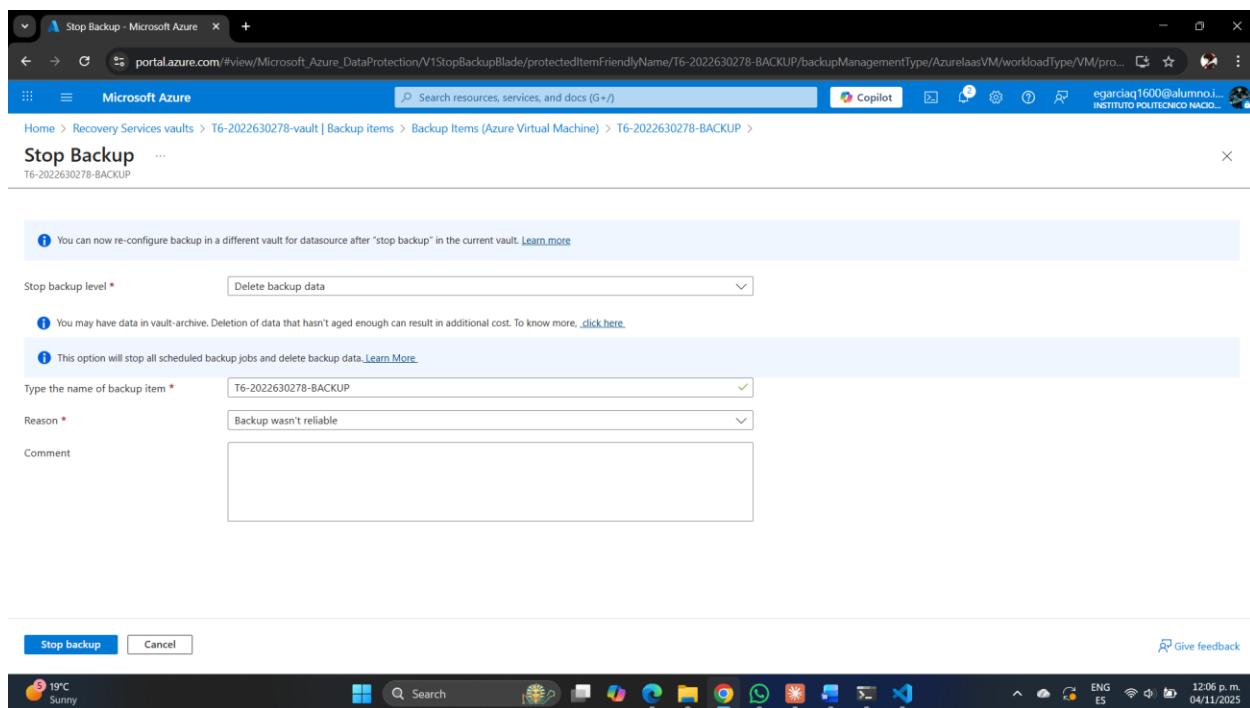


Figura 38: Diálogo “Stop backup” con la casilla “Delete backup data” habilitada y la confirmación escrita.

Tras la confirmación, el estado del ítem cambiará durante el procesamiento. Si el borrado de datos fue solicitado, al finalizar ya no habrá puntos de restauración disponibles y, en muchos casos, el ítem desaparecerá de la lista de “Backup items” (o quedará como “Protection stopped” hasta que finalice el purge según políticas de retención).

- Monitorea en: Vault > Backup jobs (filtra por operaciones de “Stop backup”/“Delete backup data”).
- Verifica el estado final del ítem en “Backup items”.

Analyze all job failures for this vault

Filtered by: Item Type - All, Operation - All, Status - All, Start Time - 11/3/2025, 12:08:38 PM, End Time - 11/4/2025, 12:08:38 PM

Workload name ↑↓	Operation	Status	Type	Start time ↑↓	Total Duration ↑↓	Details
T6-2022630278-BACKUP	Delete backup data	Completed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 12:06:25 PM	00:00:11	View details
T6-2022630278-BACKUP	Restore	Completed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 11:53:26 AM	00:02:10	View details
T6-2022630278-BACKUP	Backup	Failed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 11:04:54 AM	00:00:01	View details
T6-2022630278-BACKUP	Backup	Completed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 11:00:16 AM	00:27:17	View details
T6-2022630278-BACKUP	Configure backup	Completed	Azure Virtual Machine	11/4/2025, 10:54:46 AM	00:00:30	View details

< Previous Page 1 of 1 Next >



Figura 39: “Backup jobs” mostrando el job de Stop backup/Delete backup data completado.

T6-2022630278-BACKUP

Backup Item

Backup now | Restore VM | File Recovery | Stop backup | Resume backup | Delete backup data | Restore to Secondary Region | Undelete | Feedback

Essentials

Recovery services vault : [T6-2022630278-vault](#)
 Subscription (move) : [Azure for Students](#)
 Subscription ID : 0509baab-81e3-456c-bfc3-58e571b542ab
 Alerts (in last 24 hours) : [View alerts](#)
 Jobs (in last 24 hours) : [View jobs](#)
 Source scan integration : NotConfigured

Backup Pre-Check : Passed
 Last backup status : Warning (Backup disabled)
 Backup policy : -
 Oldest restore point : 11/4/2025, 11:00:22 AM (1 hour(s) ago)
 Source scan summary : Unknown

Recovery points

This list is filtered for last 30 days of recovery points. To recover from recovery point older than 30 days, as well as vault-archive, [click here](#).
 In case your policy had long term retention, your long term recovery points can be moved to vault-archive. To move all 'recommended recovery points' to vault-archive tier, [click here](#).

Creation time	Consistency	Recovery type	Recent scan status	...
11/4/2025, 11:00:22 AM	File-system Consistent	Snapshot and Vault-Standard	No scan data	...

CRASH CONSISTENT 0 APPLICATION CONSISTENT 0 FILE-SYSTEM CONSISTENT 1

19°C Sunny

Figura 40: Lista de “Backup items” sin la VM T6-2022630278-BACKUP o con estado “Protection stopped” (según aplique).

Consideraciones:

- Soft Delete puede retener los datos por un periodo, aun cuando se haya seleccionado “Delete backup data”. Esto se evidenciará en la imposibilidad de eliminar el vault inmediatamente (tema de la siguiente sección del reporte).
- Si manejas múltiples ítems de backup en el mismo vault, repite el proceso de “Stop backup” en cada uno antes de cualquier limpieza global.
- Evita ejecutar “Stop backup” antes de haber completado todas las capturas requeridas para el reporte, ya que no hay reversión del borrado de datos.

3.5 Intento de eliminación del vault

Una vez detenida la protección y eliminados los datos de respaldo del ítem asociado a la VM T6-2022630278-BACKUP, se realiza el intento de eliminar el Recovery Services Vault (RSV). Este paso busca capturar el mensaje del portal que impide la eliminación, tal como solicita la consigna. Es importante no “forzar” la eliminación (por ejemplo,

deshabilitando Soft Delete y purgando) para mantener la evidencia solicitada por el curso.

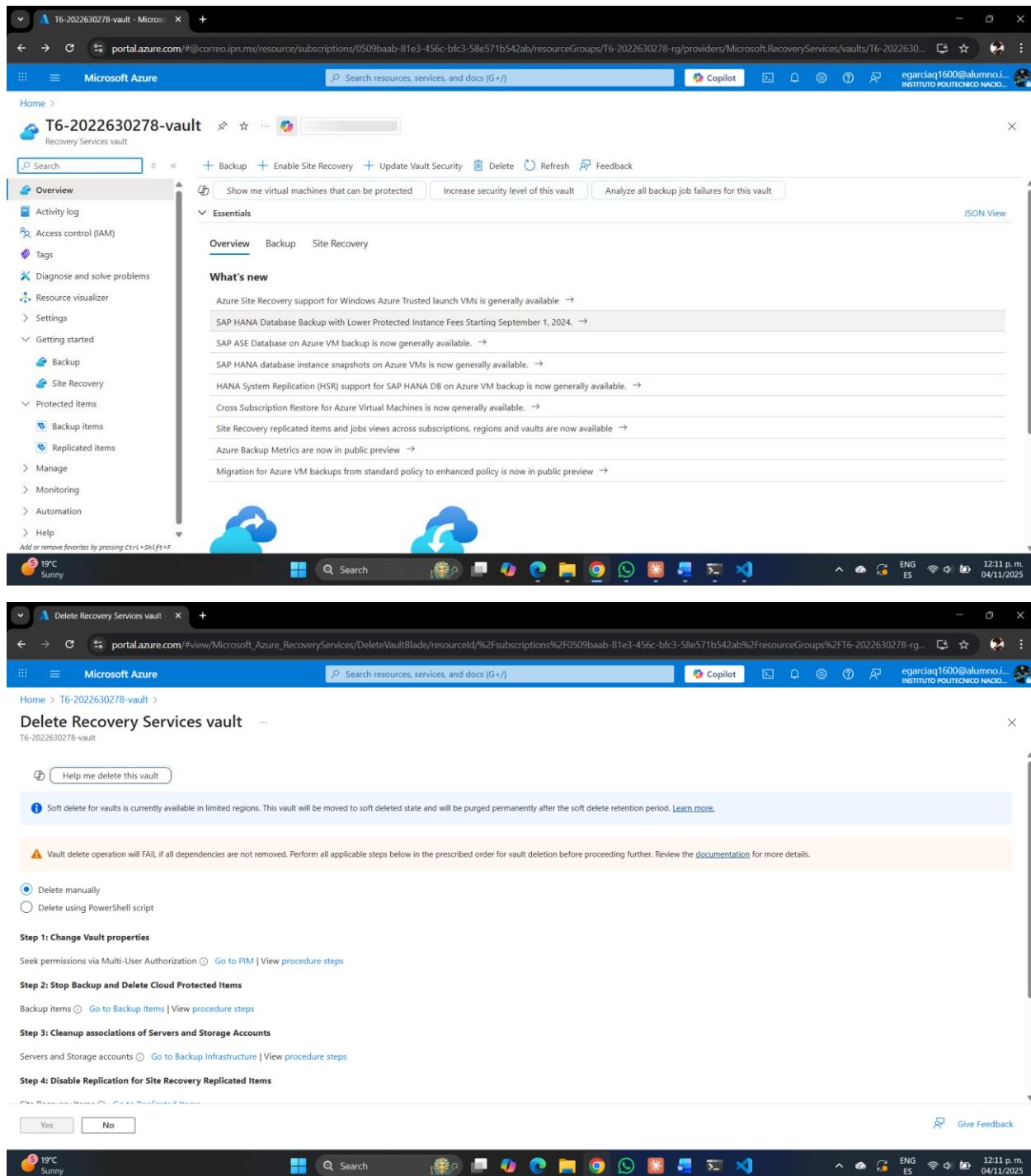


Figura 41: Pantalla del vault T6-2022630278-vault (Overview) mostrando el botón “Delete” en la barra superior.

Desde el blade del vault, al presionar “Delete”, el portal ejecuta validaciones de dependencias. Habitualmente, con Soft Delete habilitado o con elementos recientemente eliminados, el portal impedirá la eliminación del vault. Se debe capturar el mensaje textual exacto que despliega el portal (suele indicar que hay ítems protegidos, datos en retención o soft-deleted items que aún no pueden purgarse).

Recovery Services vaults

No recovery services vaults to display

Operation name	Status	Time	Time stamp	Subscription	Event initiated by
Delete Vault	Succeeded	5 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Delete Vault	Started	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Delete Vault	Accepted	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Validate Features	Succeeded	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Validate Features	Succeeded	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Validate Features	Succeeded	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Validate Features	Succeeded	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Validate Features	Succeeded	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Validate Features	Succeeded	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Validate Features	Succeeded	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Validate Features	Succeeded	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...
Validate Features	Succeeded	6 minutes a...	Tue Nov 04 ...	Azure for Students	egarciaq1600@alumno.ip...

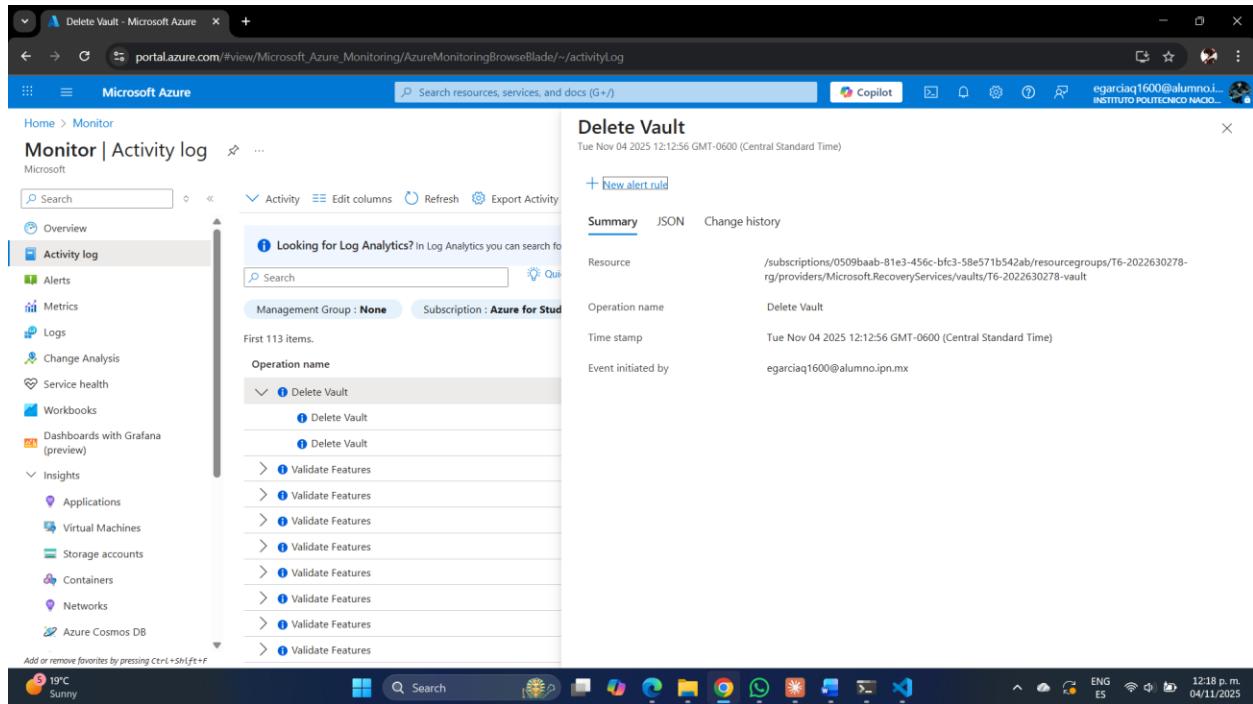


Figura 42: Mensaje de error del portal al intentar eliminar el vault (texto completo visible).

Resource Manager - Microsoft

portal.azure.com/#view/HubsExtension/ServiceMenuBlade/~/resourcegroups/extension/Microsoft.Azure.Resources/menuId/ResourceManager/itemId/recents

Microsoft Azure

Search resources, services, and docs (G+)

Copilot

egarciaq1600@alumno... INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Resource Manager | Resource groups

Instituto Politécnico Nacional

Home > Resource Manager

Create **Manage view** **Refresh** **Export to CSV** **Open query** **Assign tags** **Group by none**

You are viewing a new version of Browse experience. Click here to access the old experience.

Filter for any field... Subscription equals all Location equals all + Add filter

Name ↑	Subscription	Location
AzureBackupRG_canadacentral_1	Azure for Students	Canada Central
NetworkWatcherRG	Azure for Students	Canada Central
T6-2022630278-rg	Azure for Students	Canada Central
T6-2022630278-rg	Azure for Students	Canada Central

Showing 1 - 4 of 4. Display count: auto

<https://portal.azure.com/#resource/subscriptions/0509baab-81e3-456c-bfc3-58e571b542ab/resourceGroups/T6-2022630278-rg>

Give feedback

19°C Sunny

Delete a resource group

The following resource group and all its dependent resources will be permanently deleted.

Resource group to be deleted

T6-2022630278-rg

Dependent resources to be deleted (10)

All dependent resources, including hidden types, are shown

Name	Resource type
T6-2022630278-BACKUP	Virtual machine
T6-2022630278-BACKUP-ip	Public IP address
T6-2022630278-BACKUP-nsg	Network security group
t6-2022630278-backup336_x1	Network interface
T6-2022630278-BACKUP_OsDisk_1_14afbc981202	Disk
T6-2022630278-RESTORE	Virtual machine
T6-2022630278-RESTORE-nic-cee7d103196d43cc	Network interface
<input checked="" type="checkbox"/> Apply force delete for selected Virtual machines and Virtual machine scale sets	
Enter resource group name to confirm deletion *	
T6-2022630278-rg	
Delete	Cancel

19°C Sunny

4 Conclusiones

La práctica valida el flujo completo de respaldo y recuperación de una máquina virtual en Azure, poniendo énfasis en la consistencia operacional (misma región para VM y vault), en el cumplimiento estricto de la convención de nombres y en la toma de evidencias para cada hito. El uso de un tamaño de VM con al menos 4 GB de RAM acorta significativamente el tiempo del primer respaldo y mejora la experiencia.

Se corroboró que, aun tras detener la protección y eliminar datos, el Recovery Services Vault no puede eliminarse de inmediato por políticas como Soft Delete y retenciones temporales, cumpliendo con la expectativa del ejercicio de capturar el mensaje del portal. Finalmente, la VM restaurada T6-2022630278-RESTORE demuestra la efectividad del proceso de recuperación a partir del punto de restauración generado.

5 Enlace al chat de la IA GitHub Copilot

El enlace al chat de la IA GitHub Copilot que usamos para el desarrollo de esta práctica es el siguiente:

- <https://github.com/copilot/share/ca141296-0244-8001-a950-a00604b26891>

6 Referencias

- [1] Microsoft Azure, "Azure Virtual Network documentation," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/virtual-network/> [Accedido: 08-Oct-2025].
- [2] Microsoft Azure, "What is VPN Gateway?," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-about-vpngateways>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [3] Microsoft Azure, "Configure a VNet-to-VNet VPN gateway connection by using the Azure portal," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-howto-vnet-vnet-resource-manager-portal>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [4] Microsoft Azure, "About VPN Gateway configuration settings," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-about-vpn-gateway-settings>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [5] Microsoft Azure, "Virtual network peering," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/virtual-network/virtual-network-peering-overview>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [6] Microsoft Azure, "Plan and design Azure Virtual Networks," Microsoft Learn, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/virtual-network/virtual-network-vnet-plan-design-arm>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [7] S. Frankel, K. Kent, R. Lewkowski, A. D. Orebaugh, R. W. Ritchey, y S. R. Sharma, "Guide to IPsec VPNs," NIST Special Publication 800-77, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, EE.UU., 2005.
- [8] C. Kaufman, P. Hoffman, Y. Nir, P. Eronen, y T. Kivinen, "Internet Key Exchange Protocol Version 2 (IKEv2)," RFC 7296, Internet Engineering Task Force (IETF), 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7296>.

- [9] S. Kent y K. Seo, "Security Architecture for the Internet Protocol," RFC 4301, Internet Engineering Task Force (IETF), 2005. [En línea]. Disponible en: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4301>.
- [10] Microsoft Azure, "Azure VPN Gateway SKUs," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-about-vpn-gateway-settings#gwsku>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [11] Y. Rekhter, B. Moskowitz, D. Karrenberg, G. J. de Groot, y E. Lear, "Address Allocation for Private Internets," RFC 1918, Internet Engineering Task Force (IETF), 1996. [En línea]. Disponible en: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1918>.
- [12] Microsoft Azure, "Create a gateway subnet," Microsoft Learn, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-about-vpn-gateway-settings#gwsub>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [13] J. Postel, "Internet Control Message Protocol," RFC 792, Internet Engineering Task Force (IETF), 1981. [En línea]. Disponible en: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc792>.
- [14] Microsoft Azure, "Network security groups," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/virtual-network/network-security-groups-overview>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [15] T. Ylonen y C. Lonvick, "The Secure Shell (SSH) Protocol Architecture," RFC 4251, Internet Engineering Task Force (IETF), 2006. [En línea]. Disponible en: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4251>.
- [16] Microsoft Azure, "Azure for Students," Microsoft Azure Education, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://azure.microsoft.com/en-us/free/students/>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [17] Microsoft Azure, "Troubleshoot Azure VPN Gateway," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/vpn-gateway/vpn-gateway-troubleshoot>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [18] R. Perlman, Interconnections: Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols, 2^a ed. Boston, MA, EE.UU.: Addison-Wesley Professional, 1999.

- [19] A. S. Tanenbaum y D. J. Wetherall, Computer Networks, 5^a ed. Upper Saddle River, NJ, EE.UU.: Prentice Hall, 2011.
- [20] C. Hagen, Mastering Azure Virtual Networks: Design, Implement, and Manage Complex Azure Virtual Network Solutions. Birmingham, Reino Unido: Packt Publishing, 2023.
- [21] Microsoft Azure, "Azure Network Watcher," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/network-watcher/network-watcher-overview>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [22] S. Kent, "IP Encapsulating Security Payload (ESP)," RFC 4303, Internet Engineering Task Force (IETF), 2005. [En línea]. Disponible en: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4303>.
- [23] Microsoft Copilot, "Asistencia técnica para configuración de VPN Gateway en Azure," Microsoft AI, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://copilot.microsoft.com/>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [24] Microsoft Azure, "Azure regions and availability zones," Microsoft Learn, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/reliability/availability-zones-overview>. [Accedido: 08-Oct-2025].
- [25] W. R. Stevens, TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols, 2^a ed. Upper Saddle River, NJ, EE.UU.: Addison-Wesley Professional, 2011.