



**Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de Computo  
Sistemas Distribuidos**



**Tarea 2**

**Implementación de una arquitectura de tres capas en la  
nube**

Nombre del alumno:

García Quiroz Gustavo Ivan

Grupo: 7CV4

Nombre del profesor: Guerrero Carlos Pineda

Fecha de entrega: 30/09/2025

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	Objetivos.....	2
2.1	Objetivo General.....	2
2.2	Objetivos Particulares.....	2
3	Descripción de la Arquitectura de Tres Capas.....	3
3.1	Capa de Presentación .....	3
3.2	Capa de Lógica de Negocio (Servicios REST).....	4
3.3	Capa de Datos (Base de Datos MySQL).....	5
3.4	Flujo de Comunicación entre Capas .....	7
4	HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS UTILIZADAS.....	9
4.1	Infraestructura Cloud (Microsoft Azure) .....	9
4.2	Sistema Operativo (Ubuntu Server).....	9
4.3	Servidor de Aplicaciones (Apache Tomcat 8.5.99) .....	9
4.4	Java Development Kit (OpenJDK 8) .....	10
4.5	Framework REST (Jersey JAX-RS 2.24).....	10
4.6	Base de Datos (MySQL Server).....	10
4.7	Librerías Adicionales.....	10
4.7.1	Gson 2.3.1 .....	10
4.7.2	MySQL Connector/J 8.4.0 .....	11
5	Procedimiento de Implementación .....	12
5.1	Creación de la Máquina Virtual en Azure.....	12
5.1.1	Configuración inicial de la VM.....	12
5.1.2	Configuración de red y puertos.....	14
5.1.3	Creación y validación .....	15
5.2	Configuración del Entorno Ubuntu .....	18
5.2.1	Conexión inicial SSH.....	18
5.2.2	Actualización del sistema.....	19
5.2.3	Instalación de utilidades básicas .....	20
5.3	Instalación y Configuración de Java JDK 8 .....	20
5.3.1	Instalación de OpenJDK 8 .....	20

5.3.2	Verificación de la instalación .....	21
5.4	Instalación y Configuración de Apache Tomcat 8.5.99.....	22
5.4.1	Descarga de Apache Tomcat .....	22
5.4.2	Extracción y configuración inicial.....	23
5.4.3	Limpieza de aplicaciones por defecto .....	24
5.5	Instalación de Jersey JAX-RS Framework .....	25
5.5.1	Descarga de Jersey JAX-RS .....	25
5.5.2	Copia de librerías JAR .....	26
5.5.3	Eliminación de JAR conflictivo .....	27
5.6	Configuración de la Librería Gson .....	27
5.6.1	Descarga de Gson .....	27
5.6.2	Verificación de librerías .....	28
5.7	Instalación y Configuración de MySQL Server .....	29
5.7.1	Instalación de MySQL .....	29
5.7.2	Configuración de seguridad .....	29
5.7.3	Configuración de autenticación root .....	30
5.8	Creación de la Base de Datos y Estructuras .....	31
5.8.1	Creación del usuario de aplicación.....	31
5.8.2	Creación de la base de datos .....	32
5.8.3	Creación de tablas .....	33
5.8.4	Verificación de estructura.....	34
5.9	Configuración del Conector MySQL.....	35
5.9.1	Descarga del MySQL Connector/J .....	35
5.9.2	Instalación del conector .....	36
5.9.3	5.9.3 Verificación de la instalación.....	37
5.10	Transferencia de Archivos mediante SFTP .....	38
5.10.1	Creación de directorio y transferencia.....	38
5.10.2	Transferencia de archivos .....	39
5.11	Configuración del DataSource (context.xml) .....	40
5.11.1	Extracción del proyecto Servicio.....	40
5.11.2	Configuración de context.xml.....	41

6	Desarrollo y Despliegue de Servicios REST .....	43
6.1	Implementación del Servicio con Parámetros URL .....	43
6.1.1	Preparación del entorno de desarrollo .....	43
6.1.2	Estructura del proyecto .....	44
6.1.3	Preparación de directorios de clases.....	45
6.1.4	Publicación de Archivos Estáticos .....	46
6.2	Implementación del Servicio con Parámetros URL .....	48
6.2.1	Compilación del servicio URL .....	48
6.2.2	Empaquetado y despliegue (versión URL).....	48
6.3	Pruebas del Servicio URL .....	50
6.4	Implementación del Servicio con Parámetros JSON .....	55
6.4.1	Cambio a la versión JSON.....	55
6.4.2	Empaquetado y despliegue (versión JSON).....	55
6.5	Pruebas del Servicio JSON .....	57
7	Automatización de Inicio (cron @reboot) .....	64
9	Creación de Imagen y Gestión de Recursos .....	67
9.1	Creación de Imagen de la Máquina Virtual.....	67
9.1.1	Detención de la máquina virtual.....	67
9.1.2	Inicio del proceso de captura de imagen.....	67
9.1.3	Configuración de la imagen .....	68
9.1.4	Revisión y creación .....	70
9.1.5	Proceso de creación.....	71
9.1.6	Verificación de la imagen creada.....	71
9.2	Eliminación de la Máquina Virtual Original .....	72
9.2.1	Navegación a la máquina virtual.....	72
9.2.2	Inicio del proceso de eliminación.....	73
9.2.3	Selección de recursos a eliminar.....	74
9.2.4	Confirmación de eliminación .....	75
10	Enlace del chat IA: GitHub Copilot .....	75
11	Conclusiones .....	76
12	Referencias.....	1



# 1 INTRODUCCIÓN

En el presente reporte se documenta el desarrollo y despliegue de una arquitectura de tres capas en la nube, como parte de la Tarea 2 de la materia de Sistemas Distribuidos. El objetivo principal de la práctica es integrar y poner en funcionamiento una aplicación web que implemente la separación lógica entre la capa de presentación, la capa de lógica de negocio y la capa de datos, empleando tecnologías ampliamente utilizadas en la industria.

El desarrollo de la práctica se realizó sobre una máquina virtual de Ubuntu Server desplegada en Azure, siguiendo un enfoque paso a paso para la instalación y configuración de cada uno de los componentes: servidor de aplicaciones Apache Tomcat, el motor de base de datos MySQL, la implementación de servicios web RESTful con Jersey (JAX-RS), y el despliegue de una Single Page Application (SPA) como cliente.

Durante la implementación, se hizo uso de la inteligencia artificial de GitHub Copilot, la cual fue de gran ayuda para interpretar instrucciones, automatizar la generación de código, validar configuraciones y resolver dudas técnicas surgidas en el proceso. El apoyo de Copilot permitió optimizar tiempos y asegurar buenas prácticas, especialmente en la integración de los servicios Java y la correcta parametrización de los archivos de configuración.

Este reporte incluye, además de la descripción detallada de cada paso y las evidencias correspondientes, un análisis de la arquitectura construida, los retos enfrentados y las soluciones aplicadas. Se presentan diagramas explicativos tanto del modelo de datos como de la arquitectura de software, para facilitar la comprensión de la solución implementada.

El trabajo presentado no solo cumple con los requisitos académicos, sino que también busca demostrar la aplicabilidad de los conceptos de sistemas distribuidos en escenarios prácticos y reales, acercando la experiencia estudiantil a contextos profesionales.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo General

Diseñar, implementar y documentar una arquitectura de tres capas en la nube que integre una aplicación web SPA, un servicio web REST y una base de datos relacional, cumpliendo con los principios de separación de responsabilidades, seguridad y escalabilidad.

### 2.2 Objetivos Particulares

- Instalar y configurar una máquina virtual con Ubuntu Server en la nube (Azure), asegurando conectividad y acceso seguro.
- Implementar la capa de lógica de negocio mediante un servicio web RESTful utilizando Tomcat y Jersey, permitiendo operaciones CRUD sobre usuarios.
- Configurar y administrar una base de datos MySQL, creando el esquema y tablas requeridas para la práctica.
- Desplegar una SPA como cliente web, conectando mediante AJAX/REST a la lógica de negocio.
- Automatizar el arranque de servicios y la publicación de la aplicación.
- Validar el funcionamiento correcto mediante pruebas funcionales y documentar los resultados.
- Generar una imagen de la máquina virtual para facilitar su reutilización o restauración.
- Emplear herramientas de inteligencia artificial, como GitHub Copilot, para asistir en el desarrollo, solución de problemas y documentación de la práctica.

### 3 Descripción de la Arquitectura de Tres Capas

La arquitectura de tres capas es un patrón de diseño de software que separa una aplicación en tres niveles lógicos distintos, cada uno con responsabilidades específicas. Esta separación permite mayor escalabilidad, mantenibilidad y reutilización de componentes. En esta práctica, implementamos una arquitectura de tres capas distribuida en la nube utilizando servicios REST para la comunicación entre las capas.

Capa	Componentes	Descripción
Presentación	prueba_url.html, prueba_json.html, WSClient.js, usuario_sin_foto.png	Archivos estáticos servidos por Tomcat (webapps/ROOT).
Lógica / Servicio	Servicio.war (JAX-RS + Jersey + Gson)	Endpoints REST para gestionar usuarios y sus fotos.
Datos	MySQL (servicio_web DB)	Tablas usuarios y fotos_usuarios; integridad referencial e índice único por email.

Tabla 3.1 - Componentes de la arquitectura de tres capas implementada



#### 3.1 Capa de Presentación

La capa de presentación constituye la interfaz de usuario del sistema y es responsable de la interacción directa con el cliente final. En nuestra implementación, esta capa está compuesta por:

**Componentes principales:**

- **Archivos HTML estáticos:** prueba\_url.html y prueba\_json.html que contienen los formularios de interfaz
- **Código JavaScript cliente:** WSClient.js que maneja las peticiones AJAX y la lógica de presentación
- **Recursos multimedia:** usuario\_sin\_foto.png como imagen por defecto
- **Servidor web:** Apache Tomcat sirviendo contenido estático desde webapps/ROOT

#### **Funcionalidades:**

- Presentación de formularios para operaciones CRUD (Create, Read, Update, Delete)
- Validación de datos del lado cliente
- Comunicación asíncrona con la capa de servicios mediante AJAX
- Manejo de respuestas y visualización de resultados
- Soporte para dispositivos móviles (smartphones y tablets)

La capa de presentación se comunica únicamente con la capa de servicios a través de peticiones HTTP, manteniendo el principio de separación de responsabilidades.

### **3.2 Capa de Lógica de Negocio (Servicios REST)**

La capa intermedia o de lógica de negocio implementa los servicios REST que procesan las peticiones del cliente y coordinan las operaciones con la base de datos. Esta capa actúa como intermediario entre la presentación y los datos.

#### **Componentes principales:**

- **Servicio REST con parámetros URL:** Implementado en servicio\_url/Servicio.java
- **Servicio REST con parámetros JSON:** Implementado en servicio\_json/Servicio.java
- **Servidor de aplicaciones:** Apache Tomcat 8.5.99 ejecutando los servicios
- **Framework JAX-RS:** Jersey 2.24 para implementación de servicios REST
- **Procesamiento JSON:** Librería Gson 2.3.1 para serialización/deserialización

#### **Funcionalidades implementadas:**

- **Alta de usuario:** Registro de nuevos usuarios con validación de duplicados

- **Consulta de usuario:** Búsqueda de usuarios por email
- **Modificación de usuario:** Actualización de datos existentes
- **Eliminación de usuario:** Borrado lógico o físico de registros
- **Manejo de errores:** Respuestas HTTP apropiadas según el resultado de la operación

#### **Endpoints REST:**

##### **Versión con parámetros URL:**

- POST /Servicio/usuarios - Alta de usuario
- GET /Servicio/usuarios?email={email} - Consulta por email
- PUT /Servicio/usuarios - Modificación de datos
- DELETE /Servicio/usuarios?email={email} - Eliminación

##### **Versión con parámetros JSON:**

- POST /Servicio/usuarios - Alta (datos en body JSON)
- GET /Servicio/usuarios/{email} - Consulta por email
- PUT /Servicio/usuarios - Modificación (datos en body JSON)
- DELETE /Servicio/usuarios/{email} - Eliminación

Esta capa encapsula toda la lógica de negocio y las reglas de validación, asegurando que los datos cumplan con los requisitos antes de ser persistidos en la base de datos.

### **3.3 Capa de Datos (Base de Datos MySQL)**

La capa de datos es responsable del almacenamiento persistente de la información y la gestión de las transacciones de base de datos. Proporciona los mecanismos para el acceso, modificación y consulta de los datos de manera segura y eficiente.

#### **Componentes principales:**

- **Sistema de gestión de base de datos:** MySQL Server
- **Base de datos:** servicio\_web
- **Conexión pooling:** DataSource configurado en context.xml
- **Driver JDBC:** MySQL Connector/J para conectividad Java-MySQL

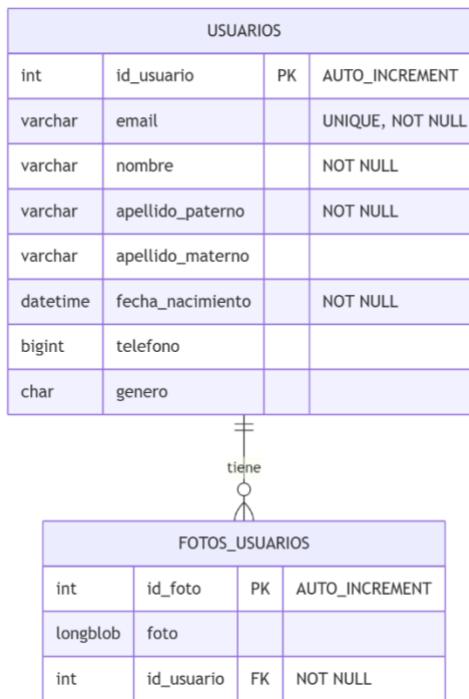
#### **Estructura de datos:**

### Tabla usuarios:

```
CREATE TABLE usuarios (
    id_usuario INTEGER AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    email VARCHAR(100) NOT NULL,
    nombre VARCHAR(100) NOT NULL,
    apellido_paterno VARCHAR(100) NOT NULL,
    apellido_materno VARCHAR(100),
    fecha_nacimiento DATETIME NOT NULL,
    telefono BIGINT,
    genero CHAR(1)
);
```

### Tabla fotos\_usuarios:

```
CREATE TABLE fotos_usuarios (
    id_foto INTEGER AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
    foto LONGBLOB,
    id_usuario INTEGER NOT NULL,
    FOREIGN KEY (id_usuario) REFERENCES usuarios(id_usuario)
```



**IMAGEN: Figura 3.6 - Esquema de la base de datos servicio\_web**

La capa de datos garantiza la persistencia de la información y mantiene la consistencia de los datos mediante transacciones ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability).

### 3.4 Flujo de Comunicación entre Capas

El flujo de comunicación en la arquitectura de tres capas sigue un patrón unidireccional donde cada capa se comunica únicamente con la capa adyacente, manteniendo el bajo acoplamiento y alta cohesión.

**Flujo de una operación típica:**

1. **Iniciación del cliente:** El usuario interactúa con la interfaz HTML (Capa de Presentación)
2. **Petición AJAX:** JavaScript envía petición HTTP REST al servidor Tomcat
3. **Procesamiento del servicio:** El servicio JAX-RS procesa la petición (Capa de Lógica)
4. **Acceso a datos:** El servicio ejecuta operaciones JDBC contra MySQL (Capa de Datos)
5. **Respuesta de datos:** La base de datos retorna resultados al servicio
6. **Procesamiento de respuesta:** El servicio procesa y formatea la respuesta
7. **Respuesta HTTP:** El servicio envía respuesta JSON/XML al cliente
8. **Actualización de interfaz:** JavaScript actualiza la interfaz con los resultados

**Protocolos de comunicación:**

- **Cliente ↔ Servidor:** HTTP/HTTPS (puerto 80/8080)
- **Aplicación ↔ Base de datos:** TCP (puerto 3306, solo localhost)
- **Formato de intercambio:** JSON para datos estructurados
- **Codificación:** UTF-8 para caracteres especiales

#### 1 Ventajas de esta arquitectura:

- **Escalabilidad horizontal:** Cada capa puede escalarse independientemente
- **Mantenibilidad:** Cambios en una capa no afectan las demás
- **Reutilización:** Los servicios REST pueden ser consumidos por múltiples clientes
- **Seguridad:** Separación de responsabilidades facilita la implementación de políticas de seguridad
- **Distribución:** Las capas pueden ejecutarse en servidores diferentes

[INSERTAR IMAGEN: Figura 3.8 - Diagrama de flujo de comunicación entre capas]

Esta arquitectura distribuida permite un sistema robusto, escalable y mantenible que aprovecha las ventajas del cloud computing para proporcionar servicios web de alta disponibilidad.

## **4 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS UTILIZADAS**

### **4.1 Infraestructura Cloud (Microsoft Azure)**

Microsoft Azure es la plataforma de servicios en la nube utilizada para alojar la máquina virtual. Proporciona infraestructura escalable, herramientas de gestión de recursos y configuración de redes virtuales.

#### **Características utilizadas:**

- Máquinas virtuales Linux (Ubuntu Server)
- Grupos de seguridad de red (NSG) para control de puertos
- IP pública para acceso externo
- Creación de imágenes personalizadas

### **4.2 Sistema Operativo (Ubuntu Server)**

Ubuntu Server 20.04 LTS es el sistema operativo base elegido por su estabilidad, soporte extendido y compatibilidad con las herramientas Java. Proporciona un entorno seguro y eficiente para aplicaciones empresariales.

#### **Ventajas:**

- Gestión de paquetes mediante APT
- Soporte nativo para Java y MySQL
- Configuración de servicios mediante systemd
- Herramientas de red integradas (iptables)

### **4.3 Servidor de Aplicaciones (Apache Tomcat 8.5.99)**

Apache Tomcat es un servidor web y contenedor de servlets Java que ejecuta las aplicaciones web. La versión 8.5.99 es compatible con Java 8 y soporta las especificaciones Servlet 3.1 y JSP 2.3.

#### **Funciones principales:**

- Hosting de aplicaciones web (archivos WAR)
- Gestión del ciclo de vida de servlets
- Pool de conexiones a base de datos
- Servicio de archivos estáticos (HTML, JS, imágenes)

## **4.4 Java Development Kit (OpenJDK 8)**

OpenJDK 8 es la implementación de código abierto de la plataforma Java SE. Proporciona el entorno de ejecución y las herramientas de desarrollo necesarias para compilar y ejecutar aplicaciones Java.

### **Componentes utilizados:**

- Java Virtual Machine (JVM) para ejecutar aplicaciones
- Compilador javac para generar bytecode
- Herramienta jar para empaquetar aplicaciones
- APIs estándar de Java SE 8

## **4.5 Framework REST (Jersey JAX-RS 2.24)**

Jersey es la implementación de referencia de JAX-RS (Java API for RESTful Web Services). Permite crear servicios web REST de manera sencilla mediante anotaciones Java.

### **Características utilizadas:**

- Anotaciones @Path, @GET, @POST para definir endpoints
- Manejo automático de parámetros HTTP
- Serialización/deserialización JSON automática
- Integración con contenedores servlet

## **4.6 Base de Datos (MySQL Server)**

MySQL Server es el sistema de gestión de base de datos relacional utilizado para persistir la información de usuarios. Ofrece transacciones ACID, índices optimizados y herramientas de administración robustas.

### **Configuración implementada:**

- Base de datos: servicio\_web
- Tablas: usuarios y fotos\_usuarios
- Usuario específico con privilegios limitados
- Conexiones mediante JDBC

## **4.7 Librerías Adicionales**

### **4.7.1 Gson 2.3.1**

Librería de Google para serialización/deserialización de objetos Java a formato JSON. Facilita el intercambio de datos entre el cliente web y el servidor REST.

#### **4.7.2 MySQL Connector/J 8.4.0**

Driver JDBC oficial de MySQL que permite la comunicación entre aplicaciones Java y el servidor de base de datos MySQL.

## **5 Procedimiento de Implementación**

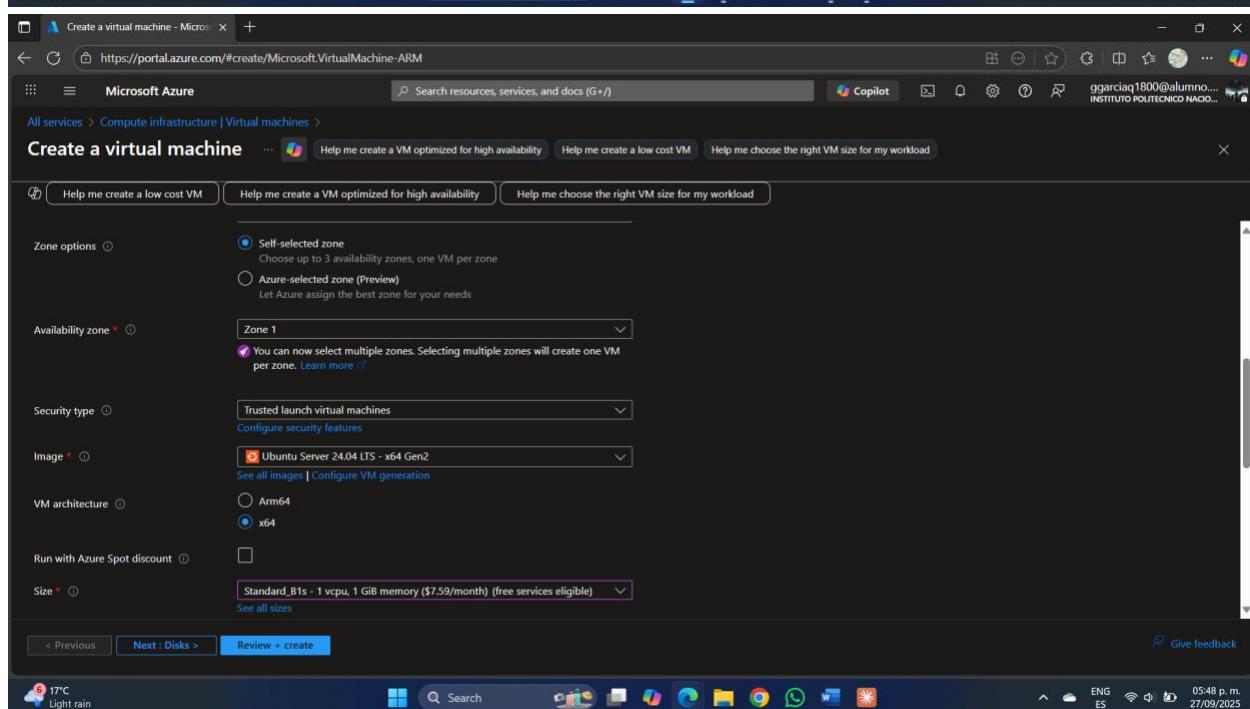
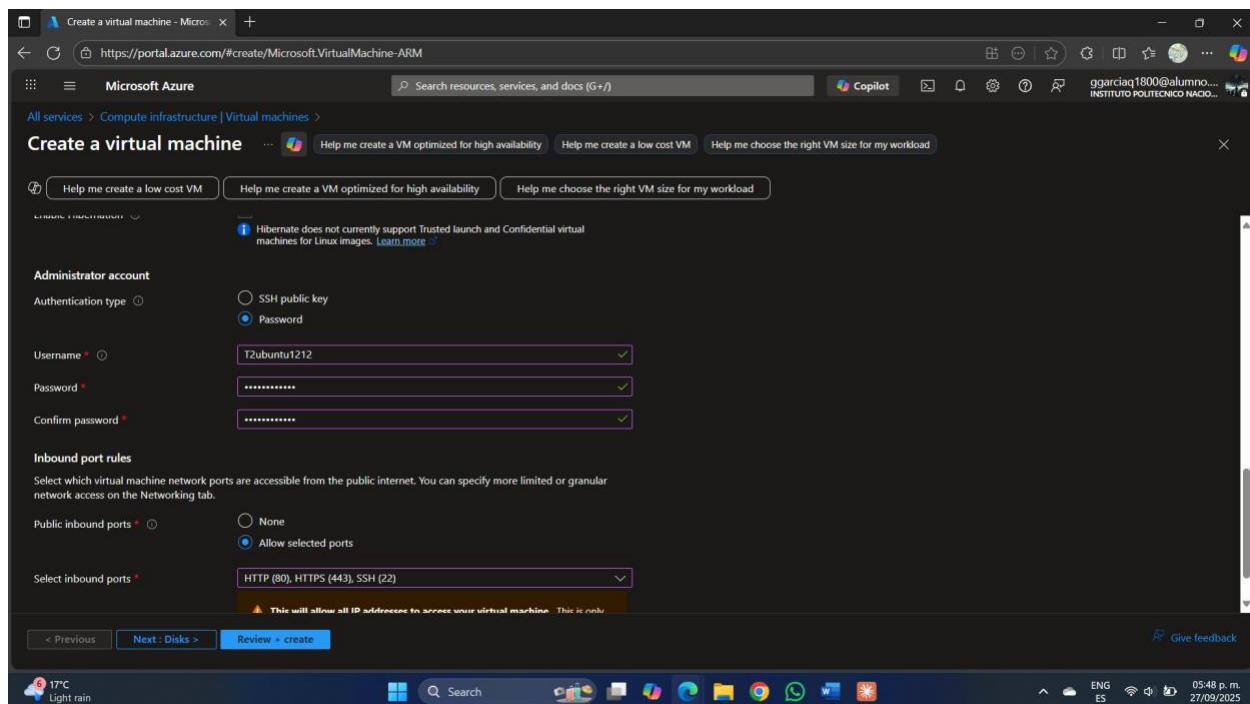
### **5.1 Creación de la Máquina Virtual en Azure**

#### **5.1.1 Configuración inicial de la VM**

Para iniciar la implementación de la arquitectura de tres capas, se procedió a crear una máquina virtual en Microsoft Azure con las siguientes especificaciones:

**Configuración básica:**

- **Nombre de la VM:** T2-2022630278
- **Región:** East US 2
- **Imagen:** Ubuntu Server 20.04 LTS
- **Tamaño:** Standard B1s (1 vCPU, 1 GB RAM)
- **Tipo de autenticación:** Clave SSH
- **Usuario administrador:** ubuntu



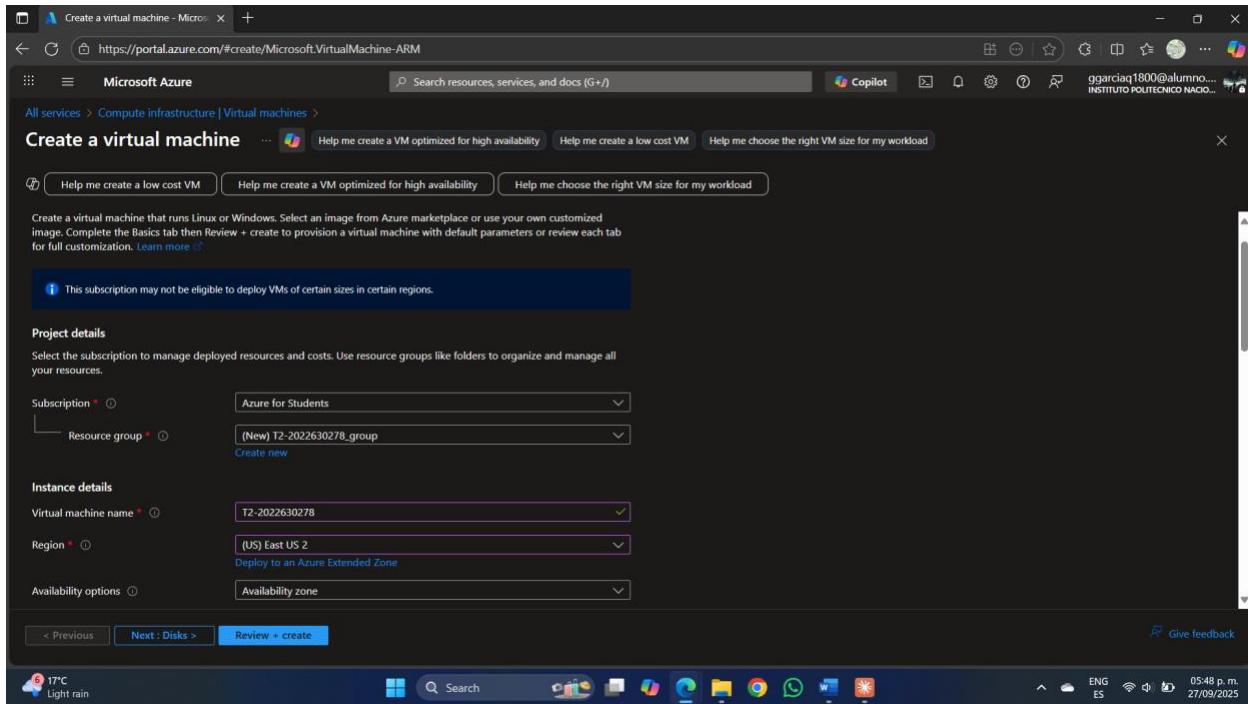


IMAGEN 5.1: Pantalla de configuración básica de la VM en Azure Portal

## 5.1.2 Configuración de red y puertos

En la pestaña de configuración de red, se establecieron las siguientes reglas de puertos entrantes:

### Puertos configurados:

- **SSH (22)**: Para acceso remoto administrativo
- **HTTP (80)**: Para acceso web público
- **Custom (8080)**: Para acceso directo a Tomcat

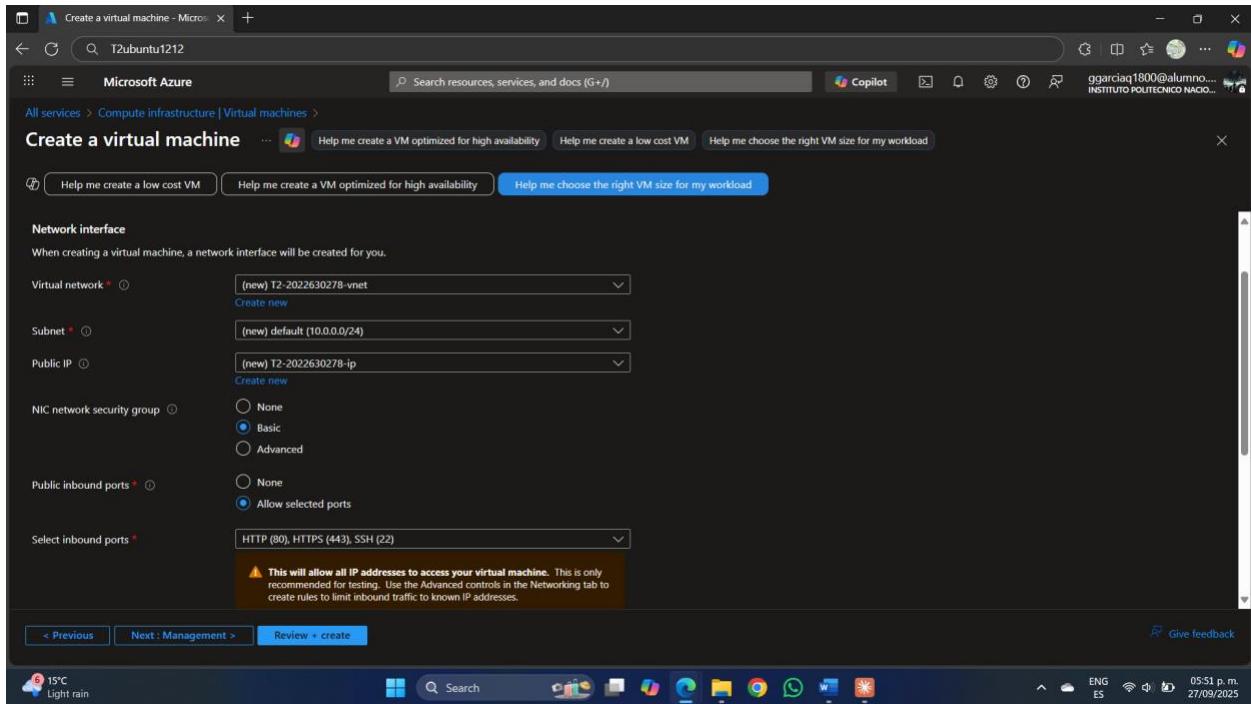


IMAGEN 5.2: Configuración de reglas de red y puertos en Azure

### 5.1.3 Creación y validación

Se completó la creación de la máquina virtual y se verificó que todos los recursos se generaran correctamente.

**Validation passed**

Subscription credits apply ⓘ **0.0104 USD/hr**  
Pricing for other VM sizes

**TERMS**  
By clicking "Create", I (a) agree to the legal terms and privacy statement(s) associated with the Marketplace offering(s) listed above; (b) authorize Microsoft to bill my current payment method for the fees associated with the offering(s), with the same billing frequency as my Azure subscription; and (c) agree that Microsoft may share my contact, usage and transactional information with the provider(s) of the offering(s) for support, billing and other transactional activities. Microsoft does not provide rights for third-party offerings. See the [Azure Marketplace Terms](#) for additional details.

Name: GUSTAVO IVAN GARCIA QUIROZ  
Preferred e-mail address: ggarciaq1800@alumno.ipn.mx

< Previous Next > Create Download a template for automation Give feedback

**Validation passed**

Subscription: Azure for Students  
Resource group: (new) T2-2022630278\_group  
Virtual machine name: T2-2022630278  
Region: East US 2  
Availability options: Availability zone: Self-selected zone, Zone options: 1  
Security type: Trusted launch virtual machines: Yes  
Enable secure boot: Yes  
Enable VTPM: Yes  
Integrity monitoring: No  
Image: Ubuntu Server 24.04 LTS - Gen2  
VM architecture: x64  
Size: Standard B1s (1 vcpu, 1 GiB memory)  
Enable Hibernation: No  
Authentication type: Password  
Username: T2ubuntu1212

< Previous Next > Create Download a template for automation Give feedback

Create a virtual machine - Microsoft Azure

T2ubuntu1212 T2-

Microsoft Azure

All services > Compute Infrastructure | Virtual machines >

### Create a virtual machine

Validation passed

Help me create a low cost VM Help me create a VM optimized for high availability Help me choose the right VM size for my workload

Disk

OS disk size	Image default
OS disk type	Standard HDD LRS
Use managed disks	Yes
Delete OS disk with VM	Disabled
Ephemeral OS disk	No

Networking

Virtual network	(new) T2-2022630278-vnet
Subnet	(new) default (10.0.0.0/24)
Public IP	(new) T2-2022630278-ip
Accelerated networking	Off
Place this virtual machine behind an existing load balancing solution?	No
Delete public IP and NIC when VM is deleted	Disabled

< Previous Next > Create Download a template for automation Give feedback

15°C Light rain

05:54 p.m. 27/09/2025

Create a virtual machine - Microsoft Azure

https://portal.azure.com/#create/Microsoft.VirtualMachine

Microsoft Azure

All services >

### Create a virtual machine

Validation passed

Help me create a low cost VM Help me create a VM optimized for high availability Help me choose the right VM size for my workload

Management

Microsoft Defender for Cloud	Basic (free)
System assigned managed identity	Off
Login with Microsoft Entra ID	Off
Auto-shutdown	Off
Backup	Disabled
Enable periodic assessment	Off
Enable hotpatch	Off
Patch orchestration options	Image Default

Monitoring

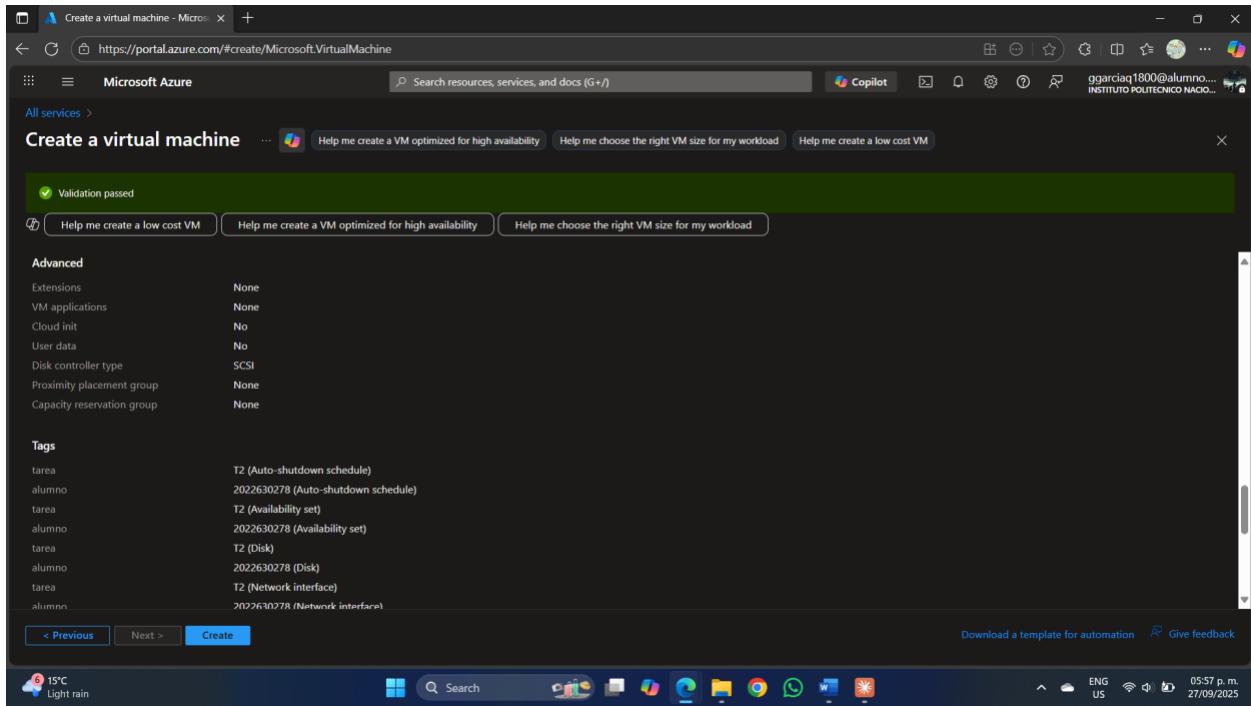
Alerts	Off
Boot diagnostics	Off
Enable OS guest diagnostics	Off
Enable application health monitoring	Off

Advanced

< Previous Next > Create Download a template for automation Give feedback

15°C Light rain

05:57 p.m. 27/09/2025



[INSERTAR IMAGEN 5.3: VM creada exitosamente mostrando IP pública asignada]

## 5.2 Configuración del Entorno Ubuntu

### 5.2.1 Conexión inicial SSH

Desde Windows 11, se estableció la conexión SSH utilizando PowerShell:

```
ssh T2ubuntu1212@158.23.160.73
```

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~\nSystem information as of Sun Sep 28 00:00:56 UTC 2025\n\nSystem load: 0.36      Processes: 114\nUsage of /: 5.6% of 28.02GB  Users logged in: 0\nMemory usage: 29%      IPv4 address for eth0: 10.0.0.4\nSwap usage: 0%\n\nExpanded Security Maintenance for Applications is not enabled.\n\n0 updates can be applied immediately.\n\nEnable ESM Apps to receive additional future security updates.\nSee https://ubuntu.com/esm or run: sudo pro status\n\nThe list of available updates is more than a week old.\nTo check for new updates run: sudo apt update\n\nThe programs included with the Ubuntu system are free software;\nthe exact distribution terms for each program are described in the\nindividual files in /usr/share/doc/*copyright.\n\nUbuntu comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent permitted by\napplicable law.\n\nTo run a command as administrator (user "root"), use "sudo <command>".\nSee "man sudo_root" for details.\n\nT2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```



*IMAGEN 5.4: Conexión SSH exitosa desde Windows command prompt*

### 5.2.2 Actualización del sistema

Se ejecutaron los siguientes comandos para actualizar el sistema operativo:

`sudo apt update && sudo apt -y upgrade`

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~\n\nsystemctl restart networkd-dispatcher.service\nsystemctl restart serial-getty@ttyS0.service\nsystemctl restart systemd-logind.service\nsystemctl restart unattended-upgrades.service\n\nNo containers need to be restarted.\n\nUser sessions running outdated binaries:\nT2ubuntu1212 @ session #1: apt[2199], sshd[1660,1789]\nT2ubuntu1212 @ user manager service: systemd[1665]\n\nNo VM guests are running outdated hypervisor (qemu) binaries on this host.\nT2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ sudo apt update && sudo apt -y upgrade\nHit:1 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu noble InRelease\nHit:2 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu noble-updates InRelease\nHit:3 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu noble-backports InRelease\nHit:4 http://azure.archive.ubuntu.com/ubuntu noble-security InRelease\nReading package lists... Done\nBuilding dependency tree... Done\nReading state information... Done\nAll packages are up to date.\nReading package lists... Done\nBuilding dependency tree... Done\nReading state information... Done\nCalculating upgrade... Done\n0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.\nT2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

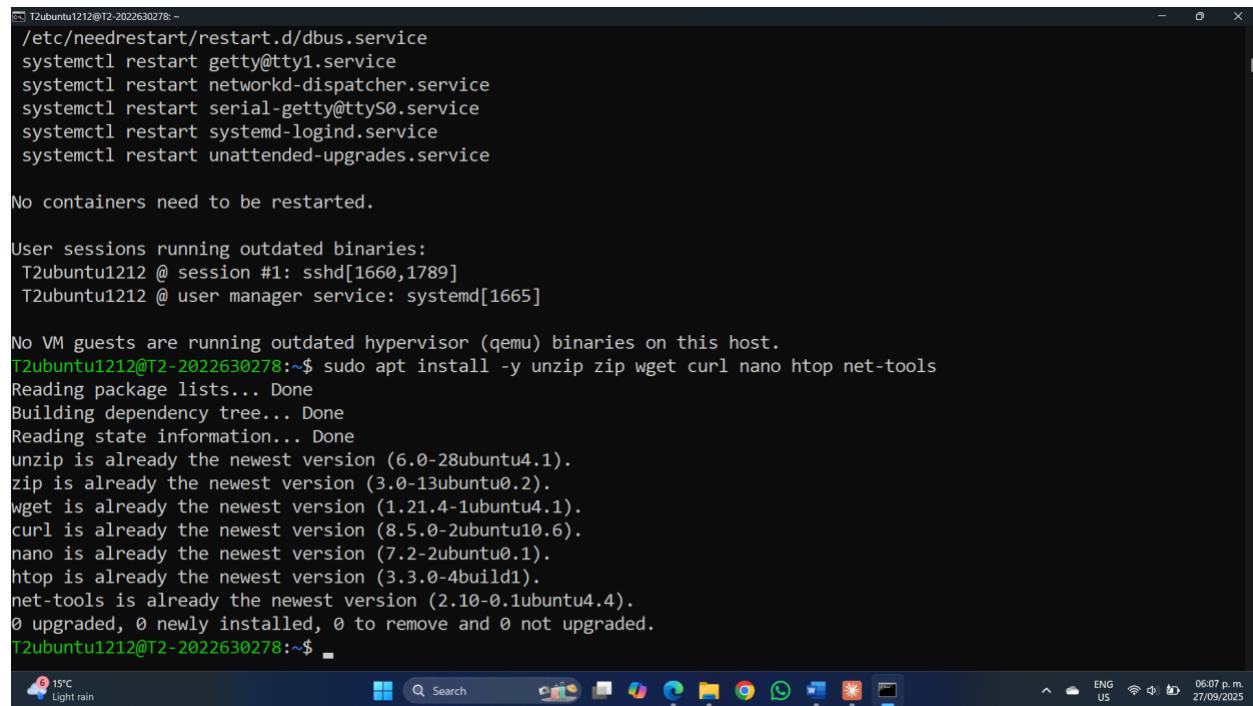


*IMAGEN 5.5: Proceso de actualización del sistema Ubuntu*

### **5.2.3 Instalación de utilidades básicas**

Se instalaron herramientas adicionales necesarias para el desarrollo:

```
sudo apt install -y unzip zip wget curl nano htop net-tools
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~  
/etc/needrestart/restart.d/dbus.service  
systemctl restart getty@tty1.service  
systemctl restart networkd-dispatcher.service  
systemctl restart serial-getty@ttys0.service  
systemctl restart systemd-logind.service  
systemctl restart unattended-upgrades.service  
  
No containers need to be restarted.  
  
User sessions running outdated binaries:  
T2ubuntu1212 @ session #1: sshd[1660,1789]  
T2ubuntu1212 @ user manager service: systemd[1665]  
  
No VM guests are running outdated hypervisor (qemu) binaries on this host.  
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ sudo apt install -y unzip zip wget curl nano htop net-tools  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree... Done  
Reading state information... Done  
unzip is already the newest version (6.0-28ubuntu4.1).  
zip is already the newest version (3.0-13ubuntu0.2).  
wget is already the newest version (1.21.4-1ubuntu4.1).  
curl is already the newest version (8.5.0-2ubuntu10.6).  
nano is already the newest version (7.2-2ubuntu0.1).  
htop is already the newest version (3.3.0-4build1).  
net-tools is already the newest version (2.10-0.1ubuntu4.4).  
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.  
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

*IMAGEN 5.6: Instalación exitosa de utilidades básicas*

## **5.3 Instalación y Configuración de Java JDK 8**

### **5.3.1 Instalación de OpenJDK 8**

Se procedió a instalar Java Development Kit versión 8 como se especifica en los requerimientos:

```
sudo apt install -y openjdk-8-jdk-headless
```

The screenshot shows a terminal window with the following text:

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ sudo apt install -y openjdk-8-jdk-headless
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
openjdk-8-jdk-headless is already the newest version (8u462-ga~us1-0ubuntu2~24.04.2).
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

The desktop environment visible in the background includes a weather widget (15°C, Light rain), a taskbar with various icons, and a system tray showing network, battery, and system status.

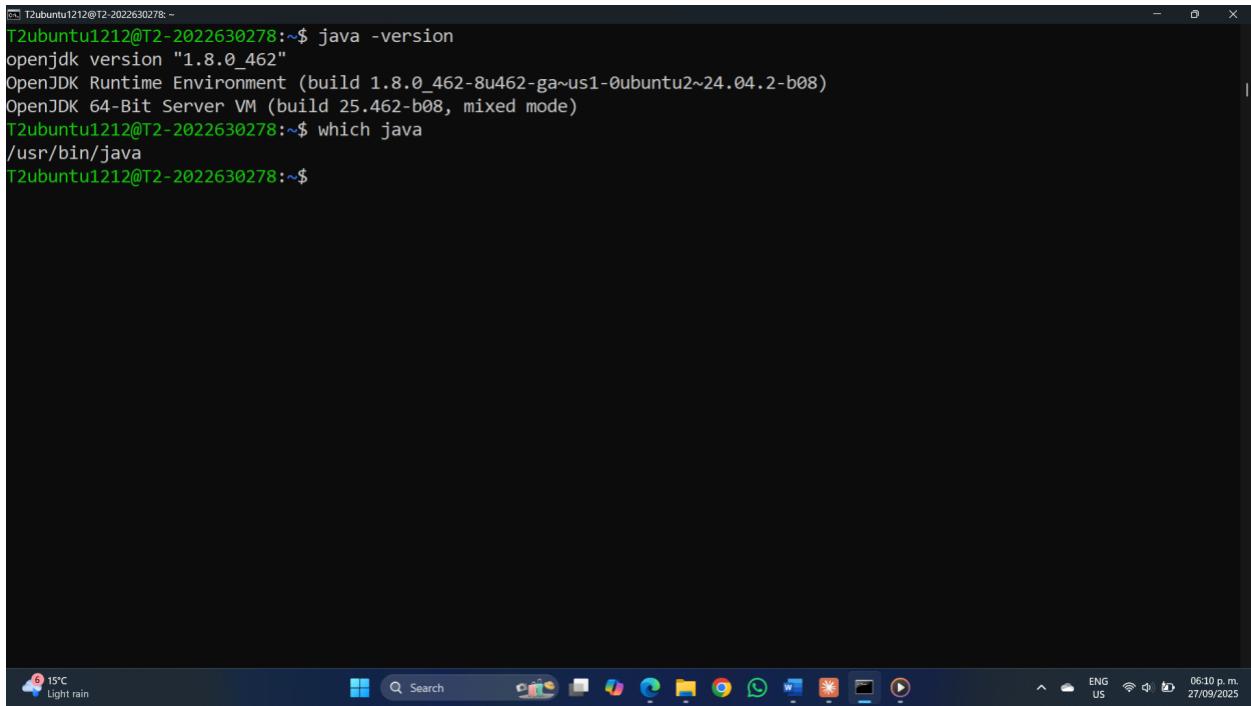
[/INSERTAR IMAGEN 5.7: Instalación de OpenJDK 8]

### 5.3.2 Verificación de la instalación

Se validó la correcta instalación de Java:

```
java -version
```

```
which java
```



The screenshot shows a terminal window on a Linux desktop environment. The terminal output is as follows:

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ java -version
openjdk version "1.8.0_462"
OpenJDK Runtime Environment (build 1.8.0_462-8u462-ga~us1~0ubuntu2~24.04.2-b08)
OpenJDK 64-Bit Server VM (build 25.462-b08, mixed mode)
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ which java
/usr/bin/java
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

The desktop bar at the bottom shows the weather (15°C, Light rain), a search bar, and various application icons. The system tray indicates the date and time (27/09/2025, 06:10 p.m.), language (ENG US), and battery status.

*IMAGEN 5.8: Verificación de la versión de Java instalada*

## 5.4 Instalación y Configuración de Apache Tomcat 8.5.99

### 5.4.1 Descarga de Apache Tomcat

Se descargó la versión específica de Tomcat desde el repositorio oficial:

```
cd /home/ubuntu
```

```
wget https://archive.apache.org/dist/tomcat/tomcat-8/v8.5.99/bin/apache-tomcat-8.5.99.zip
```

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ cd /home/ubuntu
wget https://archive.apache.org/dist/tomcat/tomcat-8/v8.5.99/bin/apache-tomcat-8.5.99.zip
-bash: cd: /home/ubuntu: No such file or directory
--2025-09-28 00:17:31-- https://archive.apache.org/dist/tomcat/tomcat-8/v8.5.99/bin/apache-tomcat-8.5.99.zip
Resolving archive.apache.org (archive.apache.org)... 65.108.204.189, 2a01:4f9:1a:a084::2
Connecting to archive.apache.org (archive.apache.org)|65.108.204.189|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 11398986 (11M) [application/zip]
Saving to: 'apache-tomcat-8.5.99.zip'

apache-tomcat-8.5.99.zip      100%[=====] 10.87M 6.77MB/s   in 1.6s

2025-09-28 00:17:34 (6.77 MB/s) - 'apache-tomcat-8.5.99.zip' saved [11398986/11398986]

T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

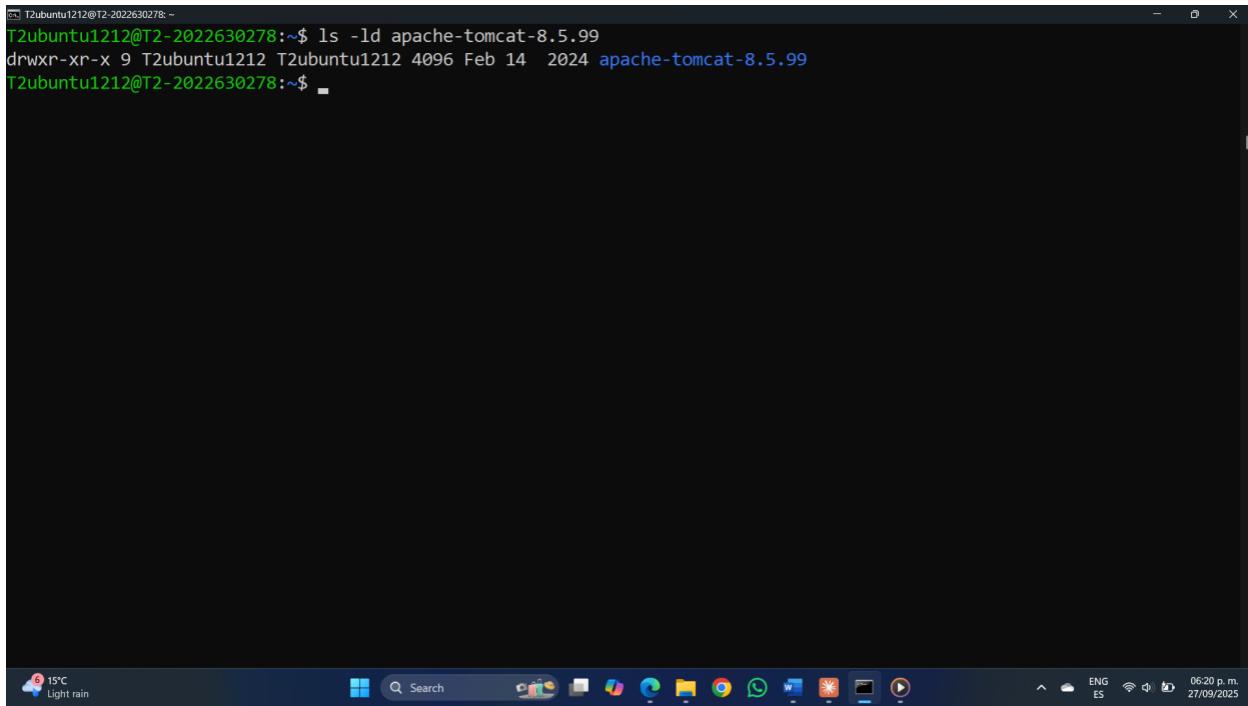
IMAGEN 5.9: Descarga de Apache Tomcat 8.5.99

#### 5.4.2 Extracción y configuración inicial

Se extrajo el archivo comprimido y se configuraron los permisos:

```
unzip apache-tomcat-8.5.99.zip
```

```
ls -ld apache-tomcat-8.5.99
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ ls -ld apache-tomcat-8.5.99
drwxr-xr-x 9 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Feb 14 2024 apache-tomcat-8.5.99
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

IMAGEN 5.10: Estructura de directorios de Tomcat extraído

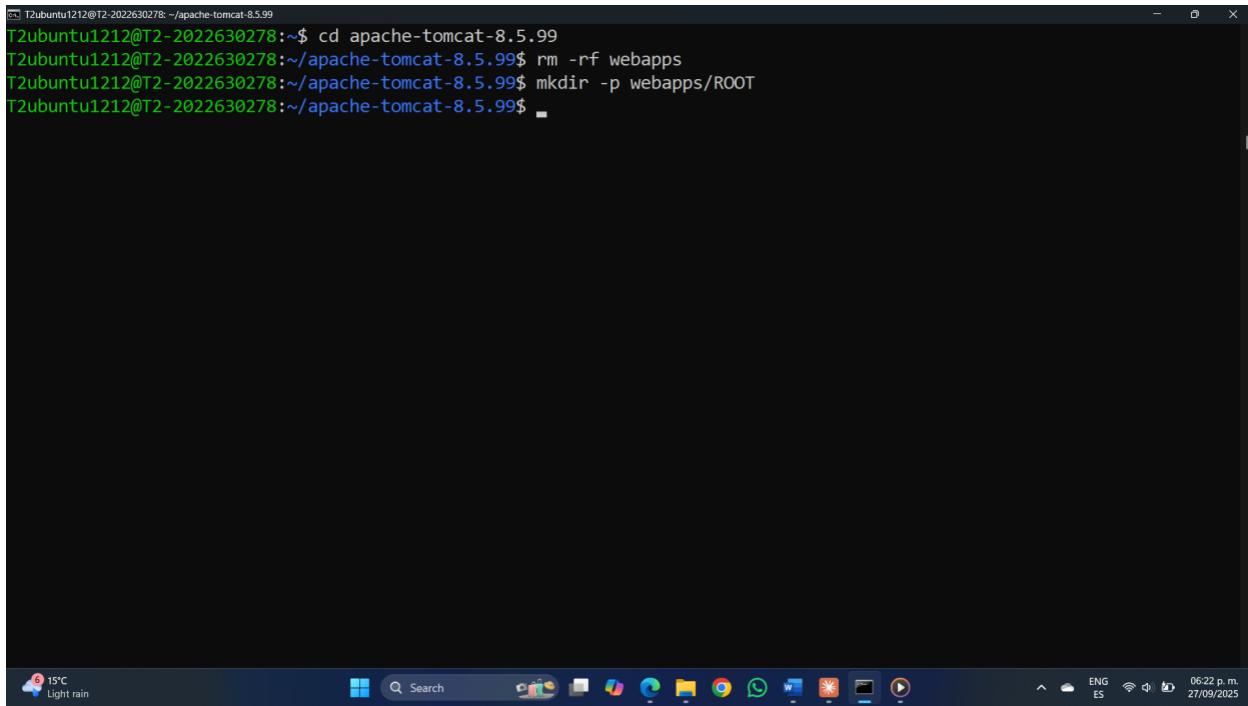
### 5.4.3 Limpieza de aplicaciones por defecto

Por razones de seguridad, se eliminaron las aplicaciones web por defecto:

```
cd apache-tomcat-8.5.99
```

```
rm -rf webapps
```

```
mkdir -p webapps/ROOT
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99$ cd apache-tomcat-8.5.99
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99$ rm -rf webapps
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99$ mkdir -p webapps/ROOT
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99$
```

IMAGEN 5.11: *Eliminación de webapps por defecto y creación de ROOT*

## 5.5 Instalación de Jersey JAX-RS Framework

### 5.5.1 Descarga de Jersey JAX-RS

Se descargó el framework Jersey para implementar los servicios REST:

```
cd /home/T2ubuntu1212
```

```
wget https://repo1.maven.org/maven2/org/glassfish/jersey/bundles/jaxrs-ri/2.24/jaxrs-ri-2.24.zip
```

```
unzip jaxrs-ri-2.24.zip
```

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~  
apache-tomcat-8.5.99 apache-tomcat-8.5.99.zip  
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ cd /home/T2ubuntu1212  
wget https://repo1.maven.org/maven2/org/glassfish/jersey/bundles/jaxrs-ri/2.24/jaxrs-ri-2.24.zip  
unzip jaxrs-ri-2.24.zip  
--2025-09-28 00:47:10-- https://repo1.maven.org/maven2/org/glassfish/jersey/bundles/jaxrs-ri/2.24/jaxrs-ri-2.24.zip  
Resolving repo1.maven.org (repo1.maven.org)... 146.75.104.209, 2a04:4e42:26::209  
Connecting to repo1.maven.org (repo1.maven.org)|146.75.104.209|:443... connected.  
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK  
Length: 4936287 (4.7M) [application/zip]  
Saving to: 'jaxrs-ri-2.24.zip'  
  
jaxrs-ri-2.24.zip          100%[=====] 4.71M 23.4MB/s   in 0.2s  
  
2025-09-28 00:47:10 (23.4 MB/s) - 'jaxrs-ri-2.24.zip' saved [4936287/4936287]  
  
Archive: jaxrs-ri-2.24.zip  
  creating: jaxrs-ri/  
  inflating: jaxrs-ri/Jersey-LICENSE.txt  
  inflating: jaxrs-ri/third-party-license-readme.txt  
  creating: jaxrs-ri/api/  
  extracting: jaxrs-ri/api/javax.ws.rs-api-2.0.1.jar  
  creating: jaxrs-ri/lib/  
  extracting: jaxrs-ri/lib/jersey-common.jar  
  extracting: jaxrs-ri/lib/jersey-media-jaxb.jar  
  extracting: jaxrs-ri/lib/jersey-client.jar  
  extracting: jaxrs-ri/lib/jersey-server.jar  
  extracting: jaxrs-ri/lib/jersey-container-servlet-core.jar  
  
6 15°C Rain  Search  06:48 p.m. 27/09/2025
```

IMAGEN 5.12: Descarga y extracción de Jersey JAX-RS 2.24

### 5.5.2 Copia de librerías JAR

Se copiaron todas las librerías JAR necesarias al directorio lib de Tomcat:

```
find jaxrs-ri -name "*.jar" -exec cp {} apache-tomcat-8.5.99/lib/ \;
```

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ find jaxrs-ri -name "*.jar" -exec cp {} apache-tomcat-8.5.99/lib/ \;  
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ -  
  
6 15°C Rain  Search  06:49 p.m. 27/09/2025
```

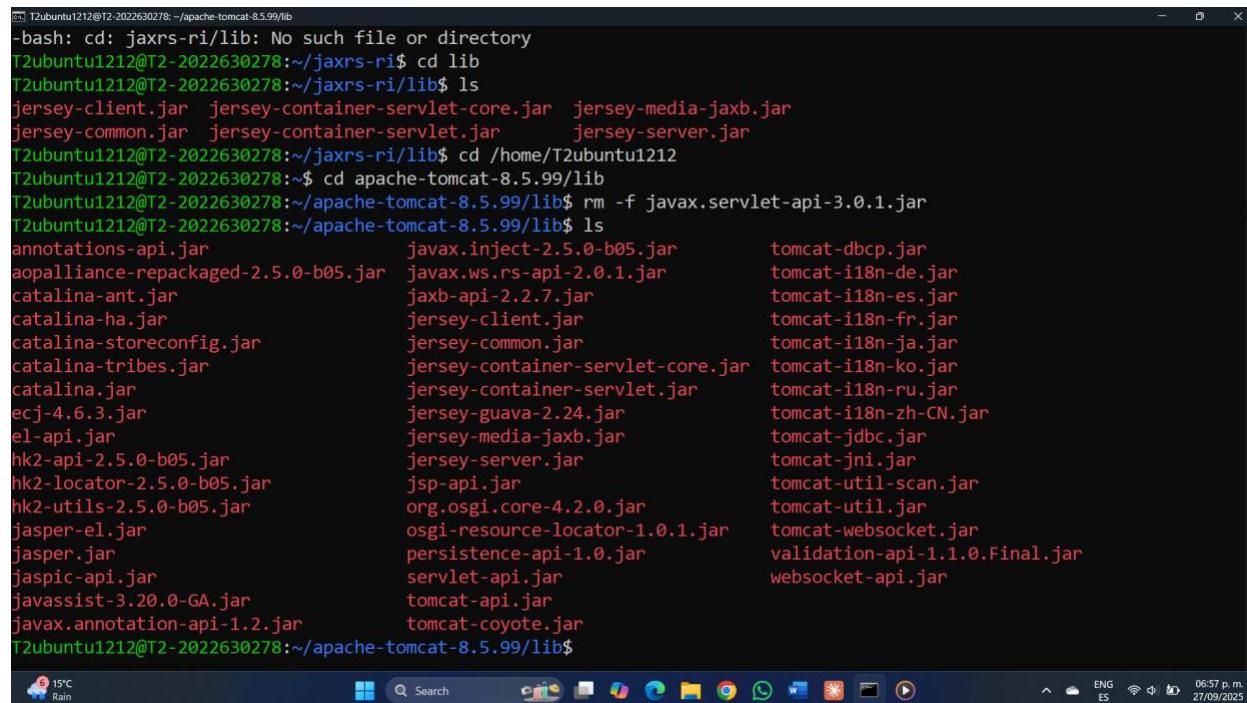
*IMAGEN 5.13: Copia de archivos JAR de Jersey a Tomcat/lib*

### 5.5.3 Eliminación de JAR conflictivo

Se eliminó el archivo JAR que causaba conflictos con Jersey:

```
cd apache-tomcat-8.5.99/lib
```

```
rm -f javax.servlet-api-3.0.1.jar
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99/lib
-bash: cd: jaxrs-ri/lib: No such file or directory
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/jaxrs-ri$ cd lib
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/jaxrs-ri/lib$ ls
jersey-client.jar jersey-container-servlet-core.jar jersey-media-jaxb.jar
jersey-common.jar jersey-container-servlet.jar jersey-server.jar
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/jaxrs-ri/lib$ cd /home/T2ubuntu1212
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99/lib$ rm -f javax.servlet-api-3.0.1.jar
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99/lib$ ls
annotations-api.jar javax.inject-2.5.0-b05.jar tomcat-dbcp.jar
aopalliance-repackaged-2.5.0-b05.jar javax.ws.rs-api-2.0.1.jar tomcat-i18n-de.jar
catalina-ant.jar jaxb-api-2.2.7.jar tomcat-i18n-es.jar
catalina-ha.jar jersey-client.jar tomcat-i18n-fr.jar
catalina-storeconfig.jar jersey-common.jar tomcat-i18n-ja.jar
catalina-tribes.jar jersey-container-servlet-core.jar tomcat-i18n-ko.jar
catalina.jar jersey-container-servlet.jar tomcat-i18n-ru.jar
ecj-4.6.3.jar jersey-guava-2.24.jar tomcat-i18n-zh-CN.jar
el-api.jar jersey-media-jaxb.jar tomcat-jdbc.jar
hk2-api-2.5.0-b05.jar jersey-server.jar tomcat-jni.jar
hk2-locator-2.5.0-b05.jar jsp-api.jar tomcat-util-scan.jar
hk2-utils-2.5.0-b05.jar org.osgi.core-4.2.0.jar tomcat-util.jar
jasper-el.jar osgi-resource-locator-1.0.1.jar tomcat-websocket.jar
jasper.jar persistence-api-1.0.jar validation-api-1.1.0.Final.jar
jaspic-api.jar servlet-api.jar websocket-api.jar
javassist-3.20.0-GA.jar tomcat-api.jar
javax.annotation-api-1.2.jar tomcat-coyote.jar
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99/lib$
```

*IMAGEN 5.14: Eliminación del JAR conflictivo javax.servlet-api*

## 5.6 Configuración de la Librería Gson

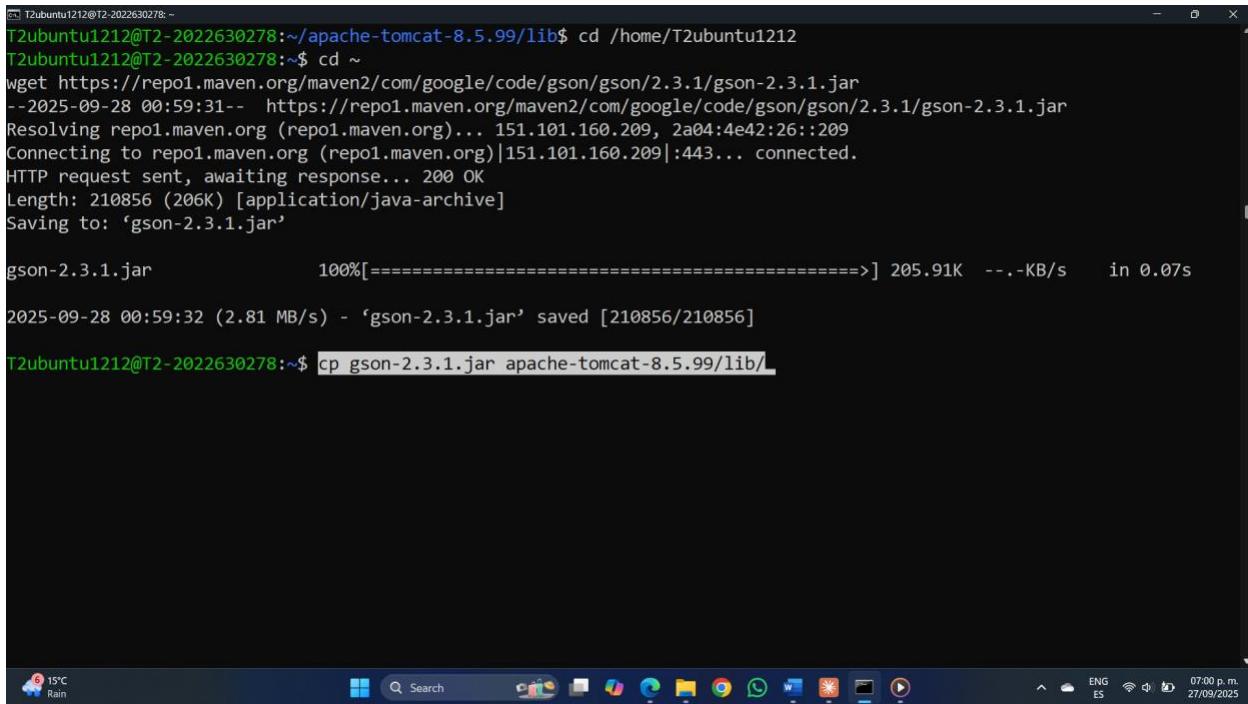
### 5.6.1 Descarga de Gson

Se descargó la librería Gson para el manejo de objetos JSON:

```
cd /home/ubuntu
```

```
wget https://repo1.maven.org/maven2/com/google/code/gson/gson/2.3.1/gson-2.3.1.jar
```

```
cp gson-2.3.1.jar apache-tomcat-8.5.99/lib/
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/apache-tomcat-8.5.99/lib$ cd /home/T2ubuntu1212
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ cd ~
wget https://repo1.maven.org/maven2/com/google/code/gson/gson/2.3.1/gson-2.3.1.jar
--2025-09-28 00:59:31-- https://repo1.maven.org/maven2/com/google/code/gson/gson/2.3.1/gson-2.3.1.jar
Resolving repo1.maven.org (repo1.maven.org)... 151.101.160.209, 2a04:4e42:26::209
Connecting to repo1.maven.org (repo1.maven.org)|151.101.160.209|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 210856 (206K) [application/java-archive]
Saving to: 'gson-2.3.1.jar'

gson-2.3.1.jar          100%[=====] 205.91K  ---KB/s   in 0.07s

2025-09-28 00:59:32 (2.81 MB/s) - 'gson-2.3.1.jar' saved [210856/210856]

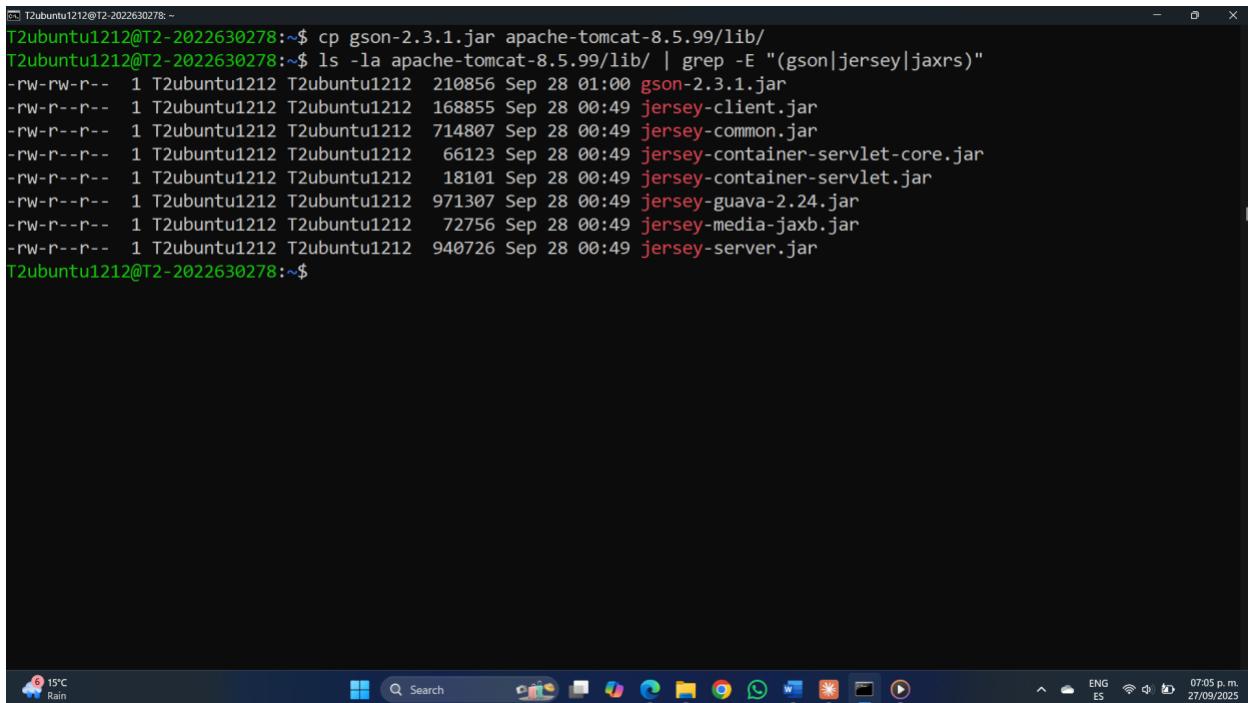
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ cp gson-2.3.1.jar apache-tomcat-8.5.99/lib/
```

IMAGEN 5.15: Descarga y copia de la librería Gson

### 5.6.2 Verificación de librerías

Se verificó que todas las librerías estuvieran correctamente ubicadas:

```
ls -la apache-tomcat-8.5.99/lib/ | grep -E "(gson|jersey|jaxrs)"
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ cp gson-2.3.1.jar apache-tomcat-8.5.99/lib/
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ ls -la apache-tomcat-8.5.99/lib/ | grep -E "(gson|jersey|jaxrs)"
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 210856 Sep 28 01:00 gson-2.3.1.jar
-rw-r--r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 168855 Sep 28 00:49 jersey-client.jar
-rw-r--r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 714807 Sep 28 00:49 jersey-common.jar
-rw-r--r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 66123 Sep 28 00:49 jersey-container-servlet-core.jar
-rw-r--r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 18101 Sep 28 00:49 jersey-container-servlet.jar
-rw-r--r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 971307 Sep 28 00:49 jersey-guava-2.24.jar
-rw-r--r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 72756 Sep 28 00:49 jersey-media-jaxb.jar
-rw-r--r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 940726 Sep 28 00:49 jersey-server.jar
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

*IMAGEN 5.16: Listado de librerías JAR en Tomcat/lib*

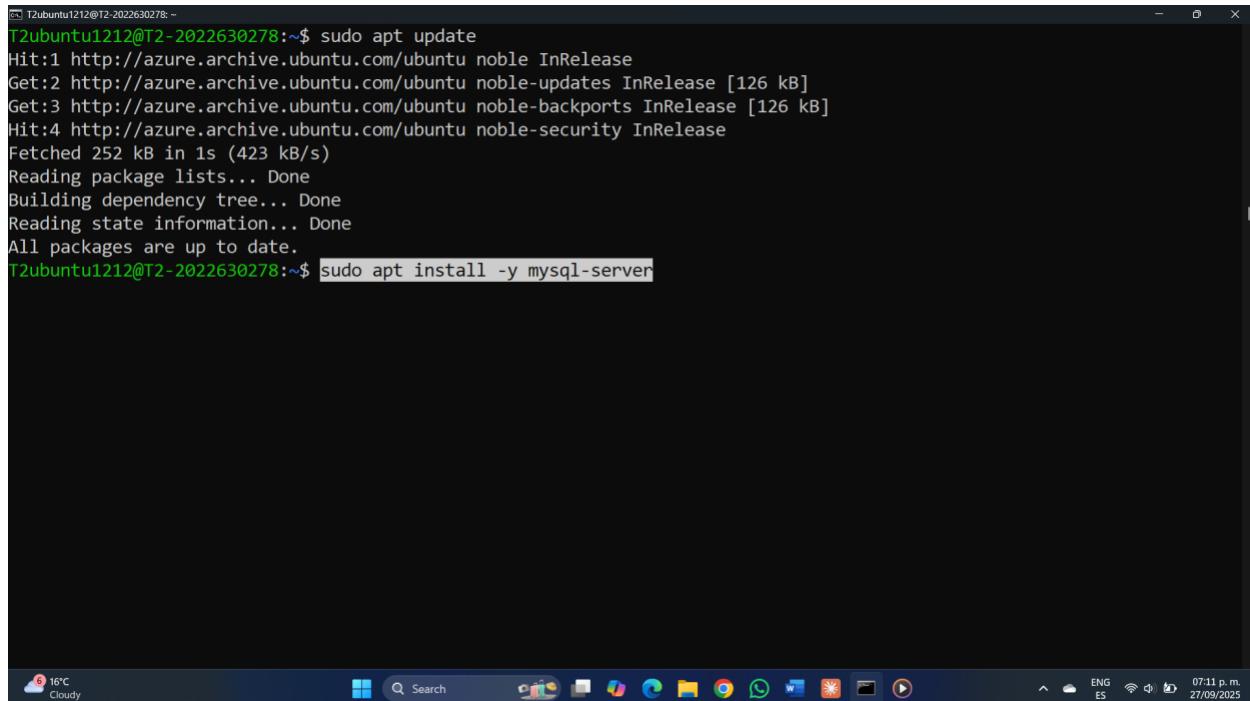
## 5.7 Instalación y Configuración de MySQL Server

### 5.7.1 Instalación de MySQL

Se instaló el servidor de base de datos MySQL:

```
sudo apt update
```

```
sudo apt install -y mysql-server
```



The screenshot shows a terminal window on an Ubuntu desktop environment. The terminal history includes the command `sudo apt update`, which fetched packages from the Azure archive. Following this, the command `sudo apt install -y mysql-server` was run to install the MySQL server package. The terminal window is located at the bottom of the screen, with the desktop interface visible above it, including the taskbar with various application icons.

*IMAGEN 5.17: Instalación de MySQL Server*

### 5.7.2 Configuración de seguridad

Se ejecutó el script de seguridad para configurar MySQL:

```
sudo mysql_secure_installation
```

**Respuestas al script:**

- VALIDATE PASSWORD PLUGIN: N
- Remove anonymous users: Y
- Disallow root login remotely: Y
- Remove test database: Y

- Reload privilege tables: Y

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ sudo mysql_secure_installation

Securing the MySQL server deployment.

Connecting to MySQL using a blank password.
The 'validate_password' component is installed on the server.
The subsequent steps will run with the existing configuration
of the component.

Skipping password set for root as authentication with auth_socket is used by default.
If you would like to use password authentication instead, this can be done with the "ALTER_USER" command.
See https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/alter-user.html#alter-user-password-management for more information.

By default, a MySQL installation has an anonymous user,
allowing anyone to log into MySQL without having to have
a user account created for them. This is intended only for
testing, and to make the installation go a bit smoother.
You should remove them before moving into a production
environment.

Remove anonymous users? (Press y|Y for Yes, any other key for No) : y
Success.

Normally, root should only be allowed to connect from
'localhost'. This ensures that someone cannot guess at
the root password from the network.

Disallow root login remotely? (Press y|Y for Yes, any other key for No) : y
Success.

By default, MySQL comes with a database named 'test' that
anyone can access. This is also intended only for testing,
and should be removed before moving into a production
environment.

Remove test database and access to it? (Press y|Y for Yes, any other key for No) : y
- Dropping test database...
Success.

- Removing privileges on test database...
Success.

Reloading the privilege tables will ensure that all changes
made so far will take effect immediately.

Reload privilege tables now? (Press y|Y for Yes, any other key for No) : y
Success.

All done!
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

*IMAGEN 5.18: Ejecución del script de seguridad de MySQL*

### 5.7.3 Configuración de autenticación root

Se configuró la autenticación nativa para el usuario root:

```

sudo mysql

ALTER USER 'root'@'localhost' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY
'TuPasswordSeguro#2025';

FLUSH PRIVILEGES;

quit;

```

```

T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ sudo mysql
Welcome to the MySQL monitor. Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 14
Server version: 8.0.43-0ubuntu0.24.04.2 (Ubuntu)

Copyright (c) 2000, 2025, Oracle and/or its affiliates.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> ALTER USER 'root'@'localhost' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'TuPasswordSeguro#2025';
Query OK, 0 rows affected (0.02 sec)

mysql> FLUSH PRIVILEGES;
Query OK, 0 rows affected (0.02 sec)

mysql> quit;
Bye
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

The screenshot shows a terminal window on a Linux desktop. The desktop environment includes a taskbar with icons for weather (16°C Cloudy), search, file manager, and other applications. The terminal window has a dark background and displays the MySQL command-line interface. It shows the user executing commands to change the root password, flush privileges, and then quit the MySQL monitor.

*IMAGEN 5.19: Configuración de contraseña para usuario root*

## 5.8 Creación de la Base de Datos y Estructuras

### 5.8.1 Creación del usuario de aplicación

Se creó un usuario específico para la aplicación:

```

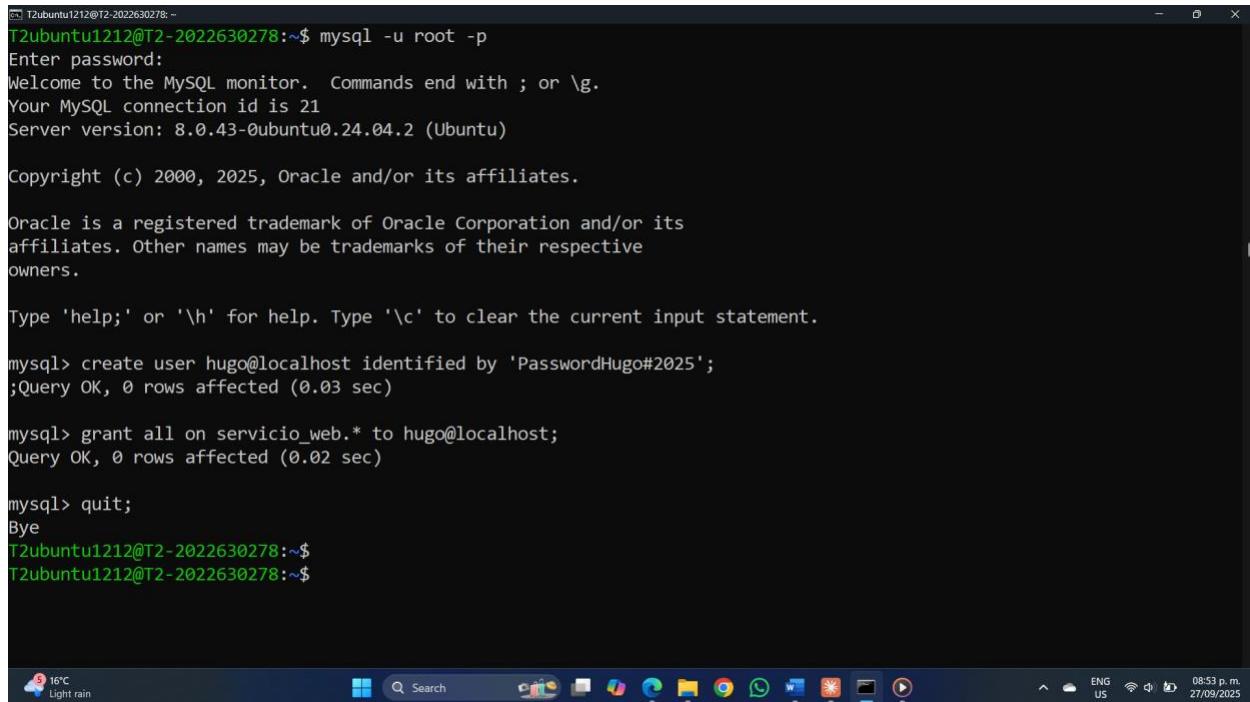
mysql -u root -p

create user hugo@localhost identified by 'PasswordHugo#2025';

grant all on servicio_web.* to hugo@localhost;

quit;

```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ mysql -u root -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 21
Server version: 8.0.43-0ubuntu0.24.04.2 (Ubuntu)

Copyright (c) 2000, 2025, Oracle and/or its affiliates.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> create user hugo@localhost identified by 'PasswordHugo#2025';
Query OK, 0 rows affected (0.03 sec)

mysql> grant all on servicio_web.* to hugo@localhost;
Query OK, 0 rows affected (0.02 sec)

mysql> quit;
Bye
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

*IMAGEN 5.20: Creación del usuario de aplicación 'hugo'*

### 5.8.2 Creación de la base de datos

Se conectó con el usuario hugo y se creó la estructura de la base de datos:

```
mysql -u hugo -p
create database servicio_web;
use servicio_web;
```

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ mysql -u hugo -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor. Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 22
Server version: 8.0.43-0ubuntu0.24.04.2 (Ubuntu)

Copyright (c) 2000, 2025, Oracle and/or its affiliates.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> create database servicio_web;
Query OK, 1 row affected (0.04 sec)

mysql> use servicio_web;
Database changed
mysql> ■
```

*IMAGEN 5.21: Creación de la base de datos servicio\_web*

### 5.8.3 Creación de tablas

Se crearon las tablas necesarias para el sistema:

```
create table usuarios
(
    id_usuario integer auto_increment primary key,
    email varchar(100) not null,
    nombre varchar(100) not null,
    apellido_paterno varchar(100) not null,
    apellido_materno varchar(100),
    fecha_nacimiento datetime not null,
    telefono bigint,
    genero char(1)
);
```

```

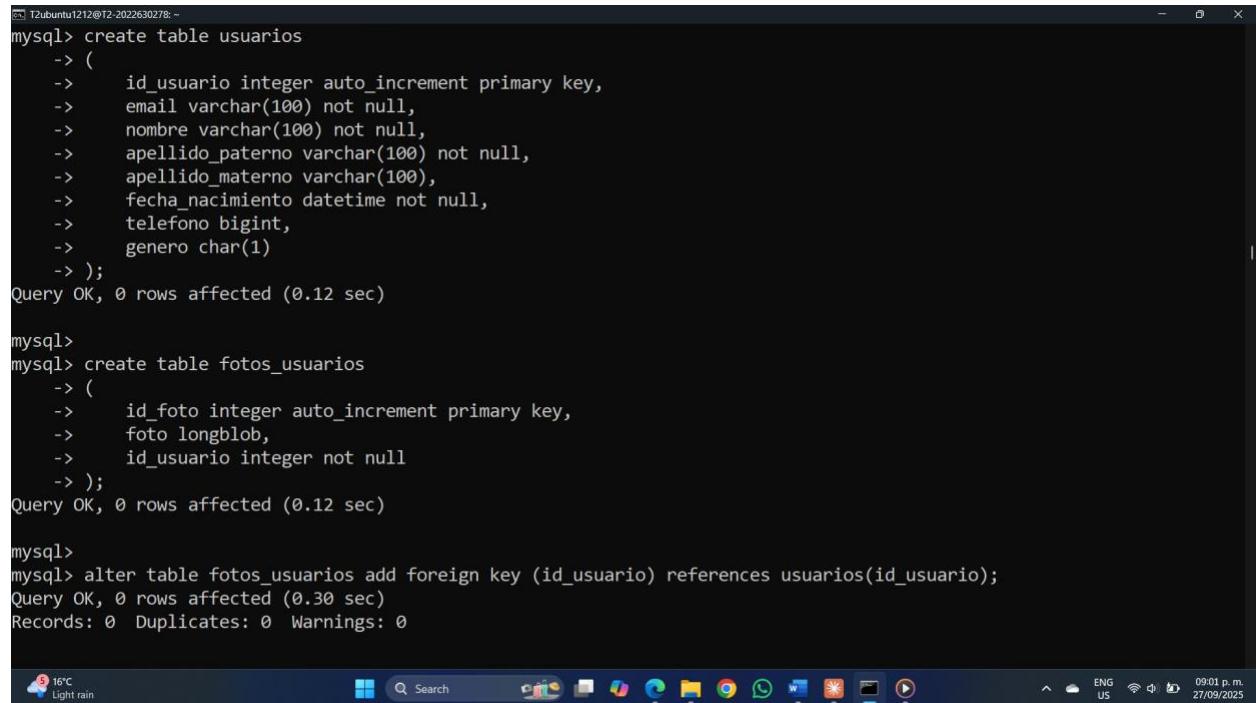
create table fotos_usuarios
(
    id_foto integer auto_increment primary key,
    foto longblob,
    id_usuario integer not null
);

```

```

alter table fotos_usuarios add foreign key (id_usuario) references usuarios(id_usuario);
create unique index usuarios_1 on usuarios(email);

```



```

T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~
mysql> create table usuarios
-> (
->     id_usuario integer auto_increment primary key,
->     email varchar(100) not null,
->     nombre varchar(100) not null,
->     apellido_paterno varchar(100) not null,
->     apellido_materno varchar(100),
->     fecha_nacimiento datetime not null,
->     telefono bigint,
->     genero char(1)
-> );
Query OK, 0 rows affected (0.12 sec)

mysql>
mysql> create table fotos_usuarios
-> (
->     id_foto integer auto_increment primary key,
->     foto longblob,
->     id_usuario integer not null
-> );
Query OK, 0 rows affected (0.12 sec)

mysql>
mysql> alter table fotos_usuarios add foreign key (id_usuario) references usuarios(id_usuario);
Query OK, 0 rows affected (0.30 sec)
Records: 0  Duplicates: 0  Warnings: 0

```

*IMAGEN 5.22: Creación de tablas usuarios y fotos\_usuarios*

#### 5.8.4 Verificación de estructura

Se verificó que las tablas se crearan correctamente:

```
describe usuarios;
```

```
describe fotos_usuarios;
```

```
quit;
```

```
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~
mysql> describe usuarios;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| id_usuario | int | NO | PRI | NULL | auto_increment |
| email | varchar(100) | NO | UNI | NULL |
| nombre | varchar(100) | NO | | NULL |
| apellido_paterno | varchar(100) | NO | | NULL |
| apellido_materno | varchar(100) | YES | | NULL |
| fecha_nacimiento | datetime | NO | | NULL |
| telefono | bigint | YES | | NULL |
| genero | char(1) | YES | | NULL |
+-----+-----+-----+-----+-----+
8 rows in set (0.00 sec)

mysql> describe fotos_usuarios;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| id_foto | int | NO | PRI | NULL | auto_increment |
| foto | longblob | YES | | NULL |
| id_usuario | int | NO | MUL | NULL |
+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.00 sec)

mysql> quit;_

```

IMAGEN 5.23: Descripción de las tablas creadas

## 5.9 Configuración del Conector MySQL

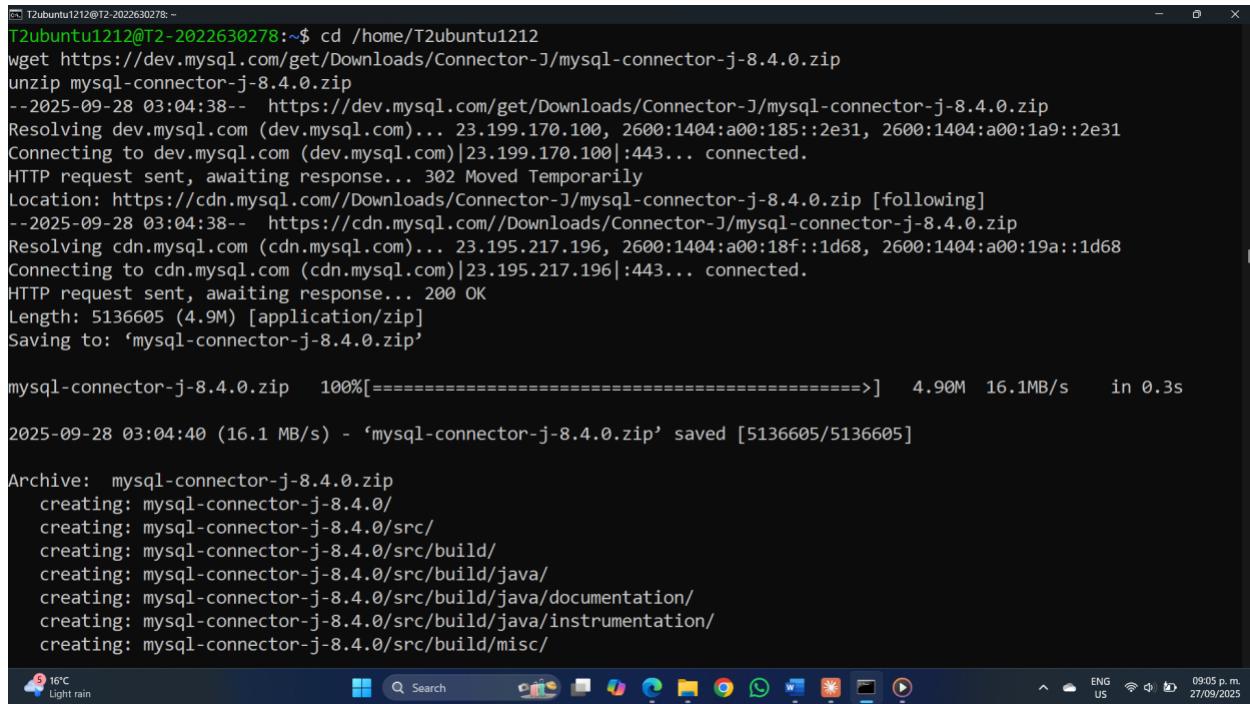
### 5.9.1 Descarga del MySQL Connector/J

Se descargó el conector JDBC para MySQL:

```
cd /home/T2ubuntu1212
```

```
wget https://dev.mysql.com/get/Downloads/Connector-J/mysql-connector-j-8.4.0.zip
```

```
unzip mysql-connector-j-8.4.0.zip
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ cd /home/T2ubuntu1212
wget https://dev.mysql.com/get/Downloads/Connector-J/mysql-connector-j-8.4.0.zip
unzip mysql-connector-j-8.4.0.zip
--2025-09-28 03:04:38-- https://dev.mysql.com/get/Downloads/Connector-J/mysql-connector-j-8.4.0.zip
Resolving dev.mysql.com (dev.mysql.com)... 23.199.170.100, 2600:1404:a00:185::2e31, 2600:1404:a00:1a9::2e31
Connecting to dev.mysql.com (dev.mysql.com)|23.199.170.100|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 302 Moved Temporarily
Location: https://cdn.mysql.com//Downloads/Connector-J/mysql-connector-j-8.4.0.zip [following]
--2025-09-28 03:04:38-- https://cdn.mysql.com//Downloads/Connector-J/mysql-connector-j-8.4.0.zip
Resolving cdn.mysql.com (cdn.mysql.com)... 23.195.217.196, 2600:1404:a00:18f::1d68, 2600:1404:a00:19a::1d68
Connecting to cdn.mysql.com (cdn.mysql.com)|23.195.217.196|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 5136605 (4.9M) [application/zip]
Saving to: 'mysql-connector-j-8.4.0.zip'

mysql-connector-j-8.4.0.zip 100%[=====] 4.90M 16.1MB/s in 0.3s

2025-09-28 03:04:40 (16.1 MB/s) - 'mysql-connector-j-8.4.0.zip' saved [5136605/5136605]

Archive: mysql-connector-j-8.4.0.zip
 creating: mysql-connector-j-8.4.0/
 creating: mysql-connector-j-8.4.0/src/
 creating: mysql-connector-j-8.4.0/src/build/
 creating: mysql-connector-j-8.4.0/src/build/java/
 creating: mysql-connector-j-8.4.0/src/build/java/documentation/
 creating: mysql-connector-j-8.4.0/src/build/java/instrumentation/
 creating: mysql-connector-j-8.4.0/src/build/misc/
```

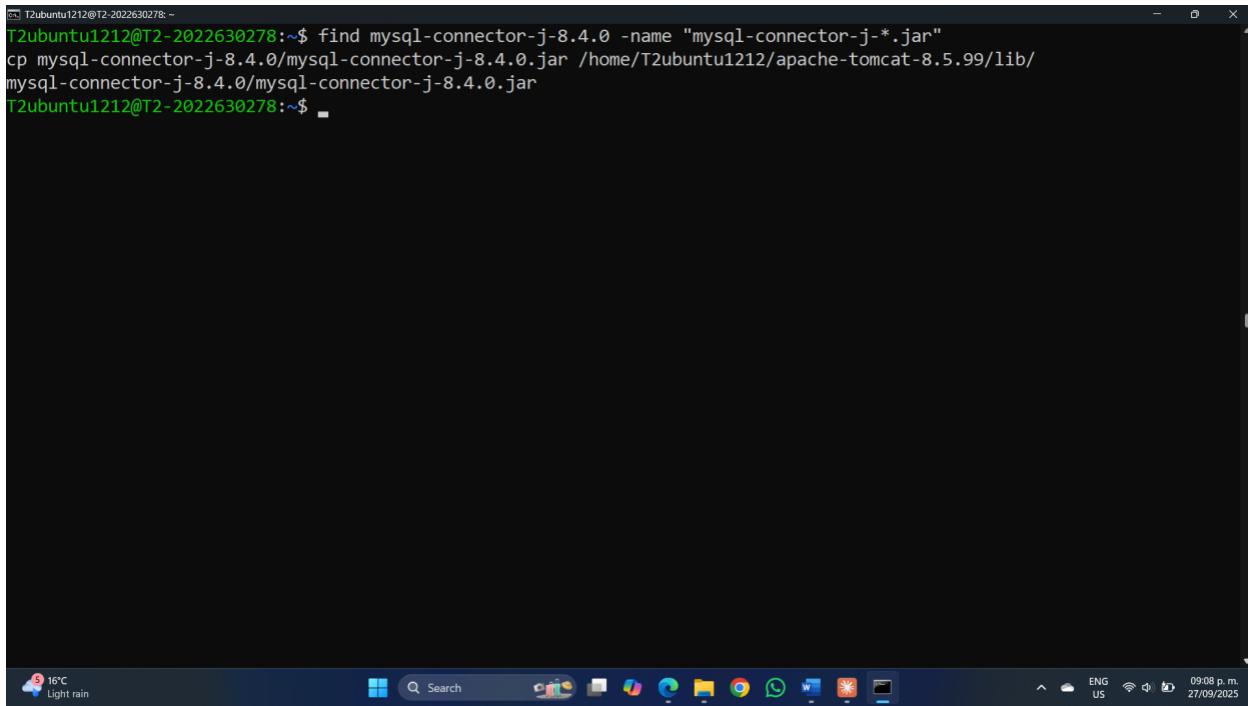
IMAGEN 5.24: Descarga del MySQL Connector/J

### 5.9.2 Instalación del conector

Se copió el archivo JAR del conector a Tomcat:

```
find mysql-connector-j-8.4.0 -name "mysql-connector-j-*".jar"
```

```
cp mysql-connector-j-8.4.0/mysql-connector-j-8.4.0.jar /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/lib/
```



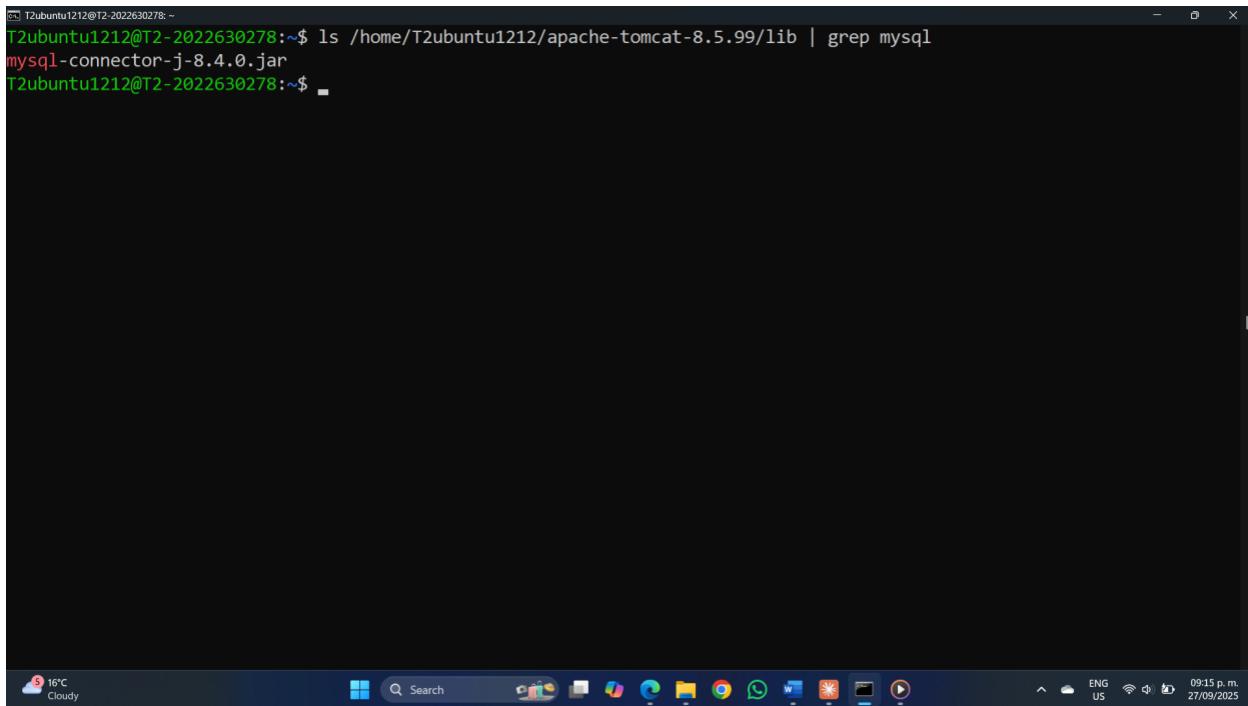
```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ find mysql-connector-j-8.4.0 -name "mysql-connector-j-* .jar"
cp mysql-connector-j-8.4.0/mysql-connector-j-8.4.0.jar /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/lib/
mysql-connector-j-8.4.0/mysql-connector-j-8.4.0.jar
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

IMAGEN 5.25: Copia del conector MySQL a Tomcat/lib

### 5.9.3 Verificación de la instalación

Se verificó que el conector estuviera disponible:

```
ls /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/lib | grep mysql
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ ls /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/lib | grep mysql
mysql-connector-j-8.4.0.jar
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

[INSERTAR IMAGEN 5.26: Verificación del conector MySQL en lib]

## 5.10 Transferencia de Archivos mediante SFTP

### 5.10.1 Creación de directorio y transferencia

Se creó el directorio de trabajo en la VM y se utilizó el comando scp desde Windows PowerShell para transferir los archivos:

En la VM Ubuntu:

```
mkdir /home/T2ubuntu1212/archivos_tarea
```

# Desde Windows PowerShell (ejecutar en el directorio donde están los archivos)

```
scp prueba_json.html T2ubuntu1212@158.23.160.73:/home/ubuntu/archivos_tarea/  
scp prueba_url.html T2ubuntu1212@158.23.160.73:/home/ubuntu/archivos_tarea/  
scp Servicio.zip T2ubuntu1212@158.23.160.73:/home/ubuntu/archivos_tarea/  
scp usuario_sin_foto.png T2ubuntu1212@158.23.160.73:/home/ubuntu/archivos_tarea/  
scp WSClient.js T2ubuntu1212@158.23.160.73:/home/ubuntu/archivos_tarea/
```

Alternativamente, se puede usar un solo comando para transferir todos los archivos:

```
powershell
```

```
scp prueba_json.html prueba_url.html Servicio.zip usuario_sin_foto.png WSClient.js  
T2ubuntu1212@158.23.160.73:/home/T2ubuntu1212/archivos_tarea/
```

```
C:\Users\ivan-\Documents\GitHub\Sistemas-Distribuidos\Tarea\Tarea_2>scp prueba_json.html prueba_url.html Servicio.zip usuario_sin_foto.png WSClient.js T2ubuntu1212@158.23.160.73:/home/T2ubuntu1212/archivos_tarea/
T2ubuntu1212@158.23.160.73's password:
Permission denied, please try again.
T2ubuntu1212@158.23.160.73's password:
prueba_json.html                                         100%   11KB 214.4KB/s
00:00
prueba_url.html                                         100%   11KB 175.0KB/s
00:00
Servicio.zip                                           100%   19KB 291.3KB/s
00:00
usuario_sin_foto.png                                    100% 1662    28.0KB/s
00:00
WSClient.js                                            100% 3632    70.9KB/s
00:00

C:\Users\ivan-\Documents\GitHub\Sistemas-Distribuidos\Tarea\Tarea_2>
```

IMAGEN 5.27: Comandos scp ejecutados desde Windows PowerShell

### 5.10.2 Transferencia de archivos

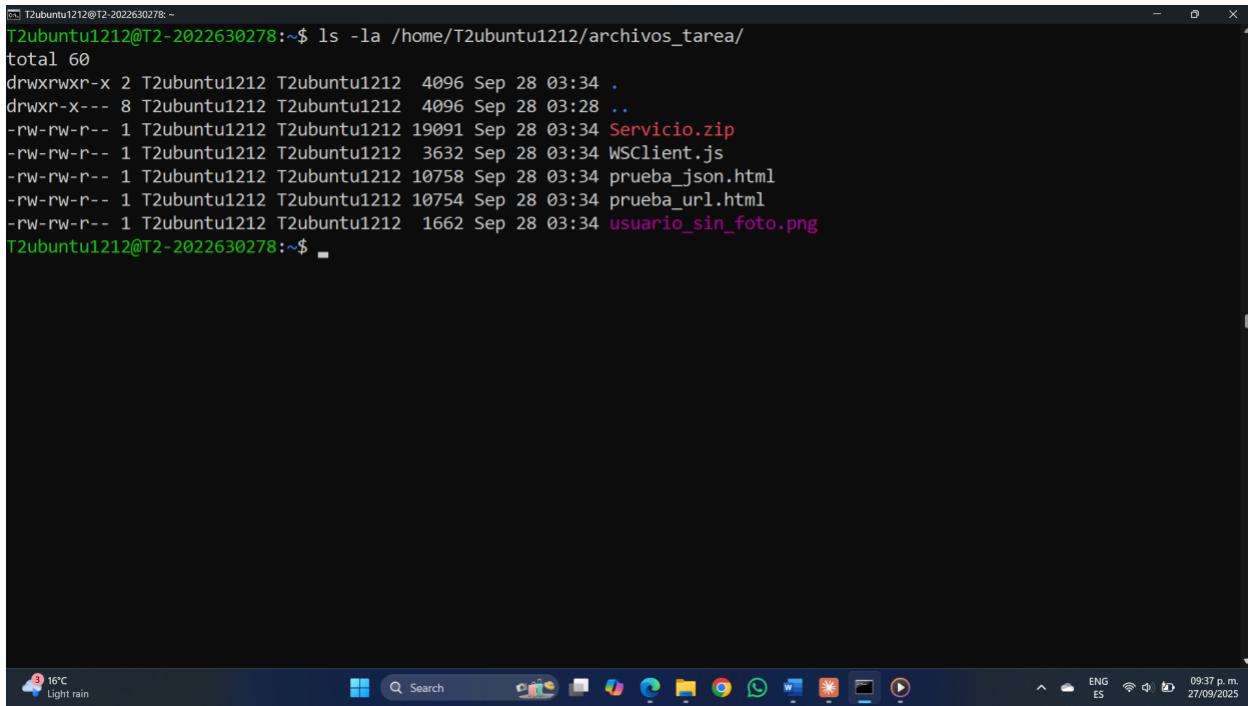
Se creó el directorio de trabajo y se transfirieron los archivos:

Se verificó que todos los archivos se transfirieran correctamente:

```
ls -la /home/T2ubuntu1212/archivos_tarea/
```

#### Archivos transferidos:

- prueba\_json.html
- prueba\_url.html
- Servicio.zip
- usuario\_sin\_foto.png
- WSClient.js



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ ls -la /home/T2ubuntu1212/archivos_tarea/
total 60
drwxrwxr-x 2 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Sep 28 03:34 .
drwxr-x--- 8 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Sep 28 03:28 ..
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 19091 Sep 28 03:34 Servicio.zip
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 3632 Sep 28 03:34 WSClient.js
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 10758 Sep 28 03:34 prueba_json.html
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 10754 Sep 28 03:34 prueba_url.html
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 1662 Sep 28 03:34 usuario_sin_foto.png
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$
```

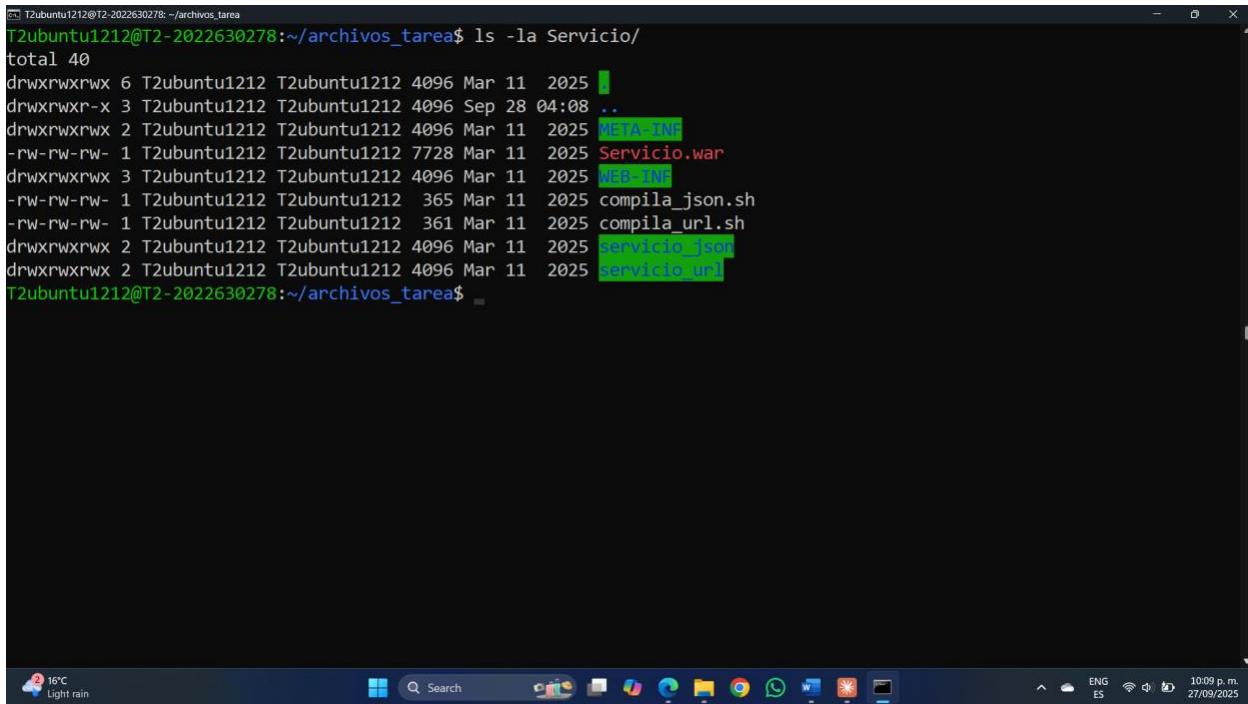
IMAGEN 5.28: Archivos transferidos exitosamente mediante SFTP

## 5.11 Configuración del DataSource (context.xml)

### 5.11.1 Extracción del proyecto Servicio

Se extrajo el archivo Servicio.zip:

```
cd /home/T2ubuntu1212/archivos_tarea
unzip Servicio.zip
ls -la Servicio/
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea$ ls -la Servicio/
total 40
drwxrwxrwx 6 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Mar 11 2025 .
drwxrwxr-x 3 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Sep 28 04:08 ..
drwxrwxrwx 2 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Mar 11 2025 META-INF
-rw-rw-rw- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 7728 Mar 11 2025 Servicio.war
drwxrwxrwx 3 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Mar 11 2025 WEB-INF
-rw-rw-rw- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 365 Mar 11 2025 compila_json.sh
-rw-rw-rw- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 361 Mar 11 2025 compila_url.sh
drwxrwxrwx 2 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Mar 11 2025 servicio_json
drwxrwxrwx 2 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Mar 11 2025 servicio_url
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea$
```

IMAGEN 5.29: Estructura del proyecto Servicio extraído

### 5.11.2 Configuración de context.xml

Se editó el archivo context.xml para configurar la conexión a la base de datos:

nano Servicio/META-INF/context.xml

#### Configuración del DataSource:

```
<Resource name="jdbc/servicio_web"
    auth="Container"
    type="javax.sql.DataSource"
    username="hugo"
    password="PasswordHugo#2025"
    driverClassName="com.mysql.cj.jdbc.Driver"

    url="jdbc:mysql://localhost:3306/servicio_web?useSSL=false&serverTimezone=UTC"
    maxActive="8"
    maxIdle="4"/>
```

The screenshot shows a terminal window titled "Servicio/META-INF/context.xml" running in a "GNU nano 7.2" editor. The content of the file is an XML configuration for a JDBC data source:

```
<Context>
    <Resource name="jdbc/servicio_web" auth="Container" type="javax.sql.DataSource"
        maxActive="100" maxIdle="30" maxWait="10000"
        username="hugo" password="PasswordHugo#2025"
        driverClassName="com.mysql.cj.jdbc.Driver"
        url="jdbc:mysql://localhost:3306/servicio_web?useSSL=false&serverTimezone=UTC"/>
</Context>
```

The terminal window includes a menu bar with options like Help, Exit, Write Out, Read File, Where Is, Replace, Cut, Paste, Execute, Justify, Location, Go To Line, Undo, Redo, and a search bar. At the bottom, there's a toolbar with icons for various applications and a system tray showing the date and time (10:41 p.m., 27/09/2025).

*IMAGEN 5.30: Configuración del archivo context.xml con credenciales de BD*

Esta sección del procedimiento de implementación cubre todos los pasos fundamentales para establecer la infraestructura base de la arquitectura de tres capas. Cada subsección incluye los comandos específicos ejecutados y las indicaciones precisas de dónde insertar las capturas de pantalla correspondientes para cumplir con los lineamientos del reporte.

## **6 Desarrollo y Despliegue de Servicios REST**

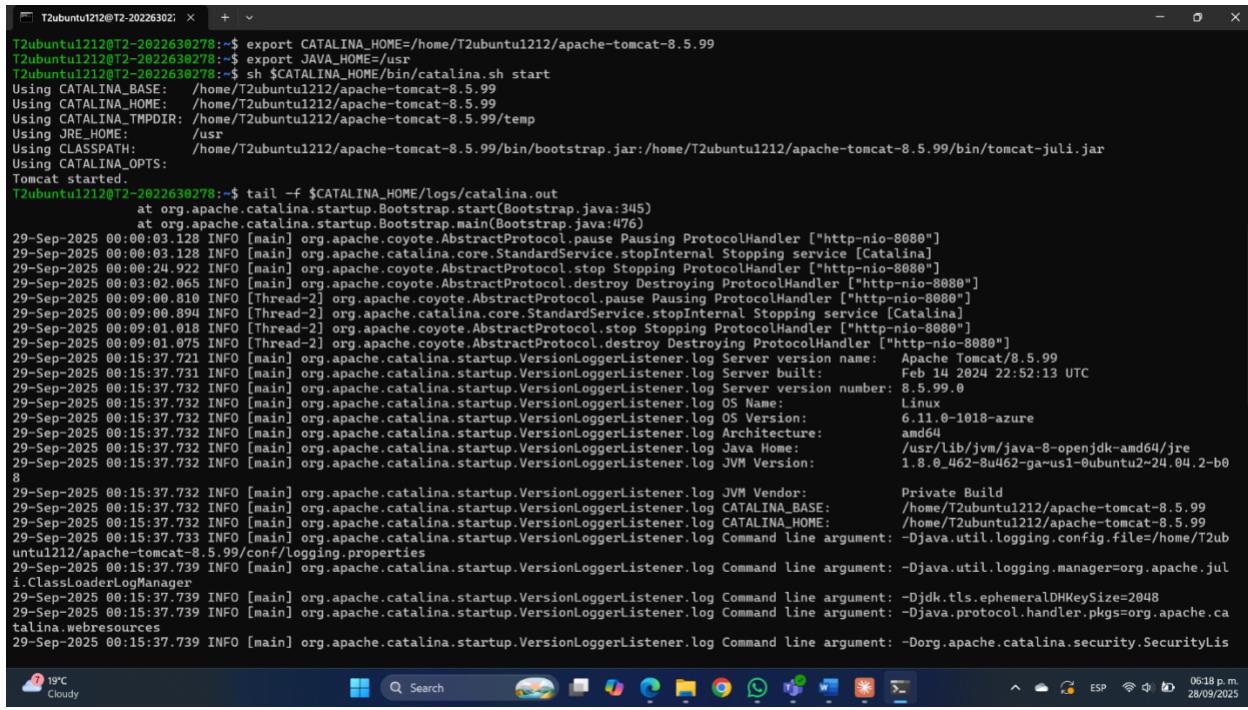
En esta sección se describe el proceso completo para compilar, empaquetar y desplegar los servicios REST que forman la capa de lógica de negocio de la arquitectura de tres capas.

### **6.1 Implementación del Servicio con Parámetros URL**

#### **6.1.1 Preparación del entorno de desarrollo**

Antes de proceder con la compilación, se establecieron las variables de entorno necesarias:

```
export CATALINA_HOME=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99  
export JAVA_HOME=/usr  
sh $CATALINA_HOME/bin/catalina.sh start  
tail -f $CATALINA_HOME/logs/catalina.out
```

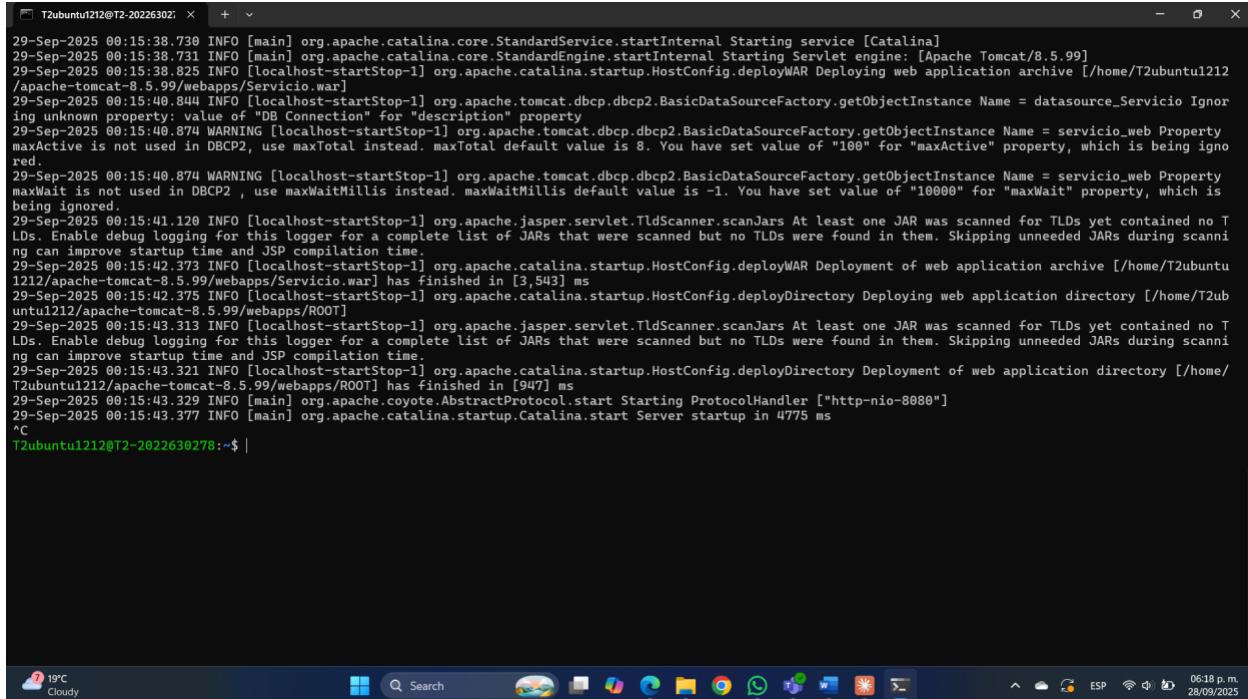


```

T2ubuntu1212@T2-20226302:~$ export CATALINA_HOME=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
T2ubuntu1212@T2-20226302:~$ export JAVA_HOME=/usr
T2ubuntu1212@T2-20226302:~$ sh $CATALINA_HOME/bin/catalina.sh start
Using CATALINA_BASE: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
Using CATALINA_HOME: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
Using CATALINA_TMPDIR: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/temp
Using JRE_HOME: /usr
Using CLASSPATH: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/bin/bootstrap.jar:/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/bin/tomcat-juli.jar
Using CATALINA_OPTS:
Tomcat started.

T2ubuntu1212@T2-20226302:~$ tail -f $CATALINA_HOME/logs/catalina.out
    at org.apache.catalina.startup.Bootstrap.start(Bootstrap.java:345)
    at org.apache.catalina.startup.Bootstrap.main(Bootstrap.java:476)
29-Sep-2025 00:00:03.128 INFO [main] org.apache.coyote.AbstractProtocol.pause Pausing ProtocolHandler ["http-nio-8080"]
29-Sep-2025 00:00:03.128 INFO [main] org.apache.catalina.core.StandardService.stopInternal Stopping service [Catalina]
29-Sep-2025 00:03:24.922 INFO [main] org.apache.coyote.AbstractProtocol.stop Stopping ProtocolHandler ["http-nio-8080"]
29-Sep-2025 00:03:02.065 INFO [main] org.apache.coyote.AbstractProtocol.destroy Destroying ProtocolHandler ["http-nio-8080"]
29-Sep-2025 00:09:00.810 INFO [Thread-2] org.apache.coyote.AbstractProtocol.pause Pausing ProtocolHandler ["http-nio-8080"]
29-Sep-2025 00:09:00.894 INFO [Thread-2] org.apache.catalina.core.StandardService.stopInternal Stopping service [Catalina]
29-Sep-2025 00:09:01.018 INFO [Thread-2] org.apache.coyote.AbstractProtocol.stop Stopping ProtocolHandler ["http-nio-8080"]
29-Sep-2025 00:09:01.075 INFO [Thread-2] org.apache.coyote.AbstractProtocol.destroy Destroying ProtocolHandler ["http-nio-8080"]
29-Sep-2025 00:15:37.721 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Server version name: Apache Tomcat/8.5.99
29-Sep-2025 00:15:37.731 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Server built: Feb 14 2024 22:52:13 UTC
29-Sep-2025 00:15:37.732 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Server version number: 8.5.99.0
29-Sep-2025 00:15:37.732 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log OS Name: Linux
29-Sep-2025 00:15:37.732 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log OS Version: 6.11.0-1018-azure
29-Sep-2025 00:15:37.732 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Architecture: amd64
29-Sep-2025 00:15:37.732 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Java Home: /usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/jre
29-Sep-2025 00:15:37.732 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log JVM Version: 1.8.0_462-Bit462-ga-us1-0ubuntu2-24.04.2-b08
29-Sep-2025 00:15:37.732 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log JVM Vendor: Private Build
29-Sep-2025 00:15:37.732 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log CATALINA_BASE: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
29-Sep-2025 00:15:37.732 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log CATALINA_HOME: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
29-Sep-2025 00:15:37.733 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Command line argument: -Djava.util.logging.config.file=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/conf/logging.properties
29-Sep-2025 00:15:37.739 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Command line argument: -Djava.util.logging.manager=org.apache.juli.ClassLoaderLogManager
29-Sep-2025 00:15:37.739 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Command line argument: -Djdk.tls.ephemeralDHKeySize=2048
29-Sep-2025 00:15:37.739 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Command line argument: -Djava.protocol.handler.pkgs=org.apache.catalina.webresources
29-Sep-2025 00:15:37.739 INFO [main] org.apache.catalina.startup.VersionLoggerListener.log Command line argument: -Dorg.apache.catalina.security.SecurityLis

```



```

29-Sep-2025 00:15:38.730 INFO [main] org.apache.catalina.core.StandardService.startInternal Starting service [Catalina]
29-Sep-2025 00:15:38.731 INFO [main] org.apache.catalina.core.StandardEngine.startInternal Starting Servlet engine: [Apache Tomcat/8.5.99]
29-Sep-2025 00:15:38.825 INFO [localhost-startStop-1] org.apache.catalina.startup.HostConfig.deployWAR Deploying web application archive [/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/webapps/Servicio.war]
29-Sep-2025 00:15:40.844 INFO [localhost-startStop-1] org.apache.tomcat.dbcp.dbcp2.BasicDataSourceFactory.getDataSource Name = datasource_Servicio Ignoring unknown property: value of "DB Connection" for "description" property
29-Sep-2025 00:15:40.874 WARNING [localhost-startStop-1] org.apache.tomcat.dbcp.dbcp2.BasicDataSourceFactory.getDataSource Name = servicio_web Property maxActive is not used in DBCP2, use maxTotal instead. maxTotal default value is 8. You have set value of "100" for "maxActive" property, which is being ignored.
29-Sep-2025 00:15:40.874 WARNING [localhost-startStop-1] org.apache.tomcat.dbcp.dbcp2.BasicDataSourceFactory.getDataSource Name = servicio_web Property maxWait is not used in DBCP2 , use maxWaitMillis instead. maxWaitMillis default value is -1. You have set value of "10000" for "maxWait" property, which is being ignored.
29-Sep-2025 00:15:41.120 INFO [localhost-startStop-1] org.apache.jasper.servlet.TldScanner.scanJars At least one JAR was scanned for TLDs yet contained no TLDs. Enable debug logging for this logger for a complete list of JARs that were scanned but no TLDs were found in them. Skipping unneeded JARs during scanning can improve startup time and JSP compilation time.
29-Sep-2025 00:15:42.373 INFO [localhost-startStop-1] org.apache.catalina.startup.HostConfig.deployWAR Deployment of web application archive [/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/webapps/Servicio.war] has finished in [3,543] ms
29-Sep-2025 00:15:42.375 INFO [localhost-startStop-1] org.apache.catalina.startup.HostConfig.deployDirectory Deploying web application directory [/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/webapps/ROOT]
29-Sep-2025 00:15:43.313 INFO [localhost-startStop-1] org.apache.jasper.servlet.TldScanner.scanJars At least one JAR was scanned for TLDs yet contained no TLDs. Enable debug logging for this logger for a complete list of JARs that were scanned but no TLDs were found in them. Skipping unneeded JARs during scanning can improve startup time and JSP compilation time.
29-Sep-2025 00:15:43.321 INFO [localhost-startStop-1] org.apache.catalina.startup.HostConfig.deployDirectory Deployment of web application directory [/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/webapps/ROOT] has finished in [947] ms
29-Sep-2025 00:15:43.329 INFO [main] org.apache.coyote.AbstractProtocol.start Starting ProtocolHandler ["http-nio-8080"]
29-Sep-2025 00:15:43.377 INFO [main] org.apache.catalina.startup.Catalina.start Server startup in 4775 ms
^C
T2ubuntu1212@T2-20226302:~$ 

```

**IMAGEN 6.1: Captura de terminal mostrando la exportación de las variables de entorno**

### 6.1.2 Estructura del proyecto

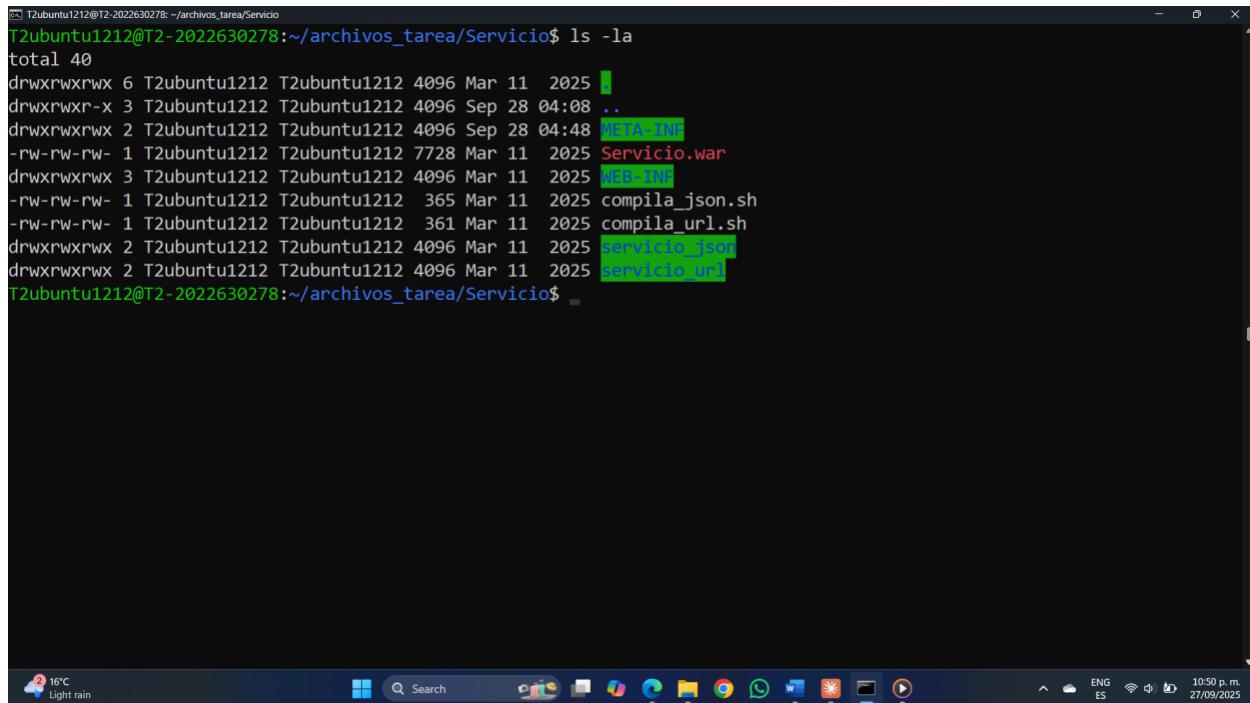
Se verificó la estructura del proyecto descomprimido desde Servicio.zip:

```
cd /home/T2ubuntu1212/archivos_tarea/Servicio
```

```
ls -la
```

La estructura encontrada incluye:

- META-INF/context.xml - Configuración del DataSource
- WEB-INF/web.xml - Configuración del servlet
- servicio\_url/Servicio.java - Implementación con parámetros URL
- servicio\_json/Servicio.java - Implementación con parámetros JSON



The screenshot shows a terminal window on a Linux desktop environment. The command `ls -la` is run in the directory `~/archivos_tarea/Servicio`. The output lists the following files and directories:

```
total 40
drwxrwxrwx 6 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Mar 11 2025 .
drwxrwxr-x 3 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Sep 28 04:08 ..
drwxrwxrwx 2 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Sep 28 04:48 META-INF
-rw-rw-rw- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 7728 Mar 11 2025 Servicio.war
drwxrwxrwx 3 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Mar 11 2025 WEB-INF
-rw-rw-rw- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 365 Mar 11 2025 compila_json.sh
-rw-rw-rw- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 361 Mar 11 2025 compila_url.sh
drwxrwxrwx 2 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Mar 11 2025 servicio_json
drwxrwxrwx 2 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 4096 Mar 11 2025 servicio_url
```

The terminal window also shows the desktop environment's taskbar at the bottom, including icons for weather, search, and various applications like file manager, browser, and terminal.

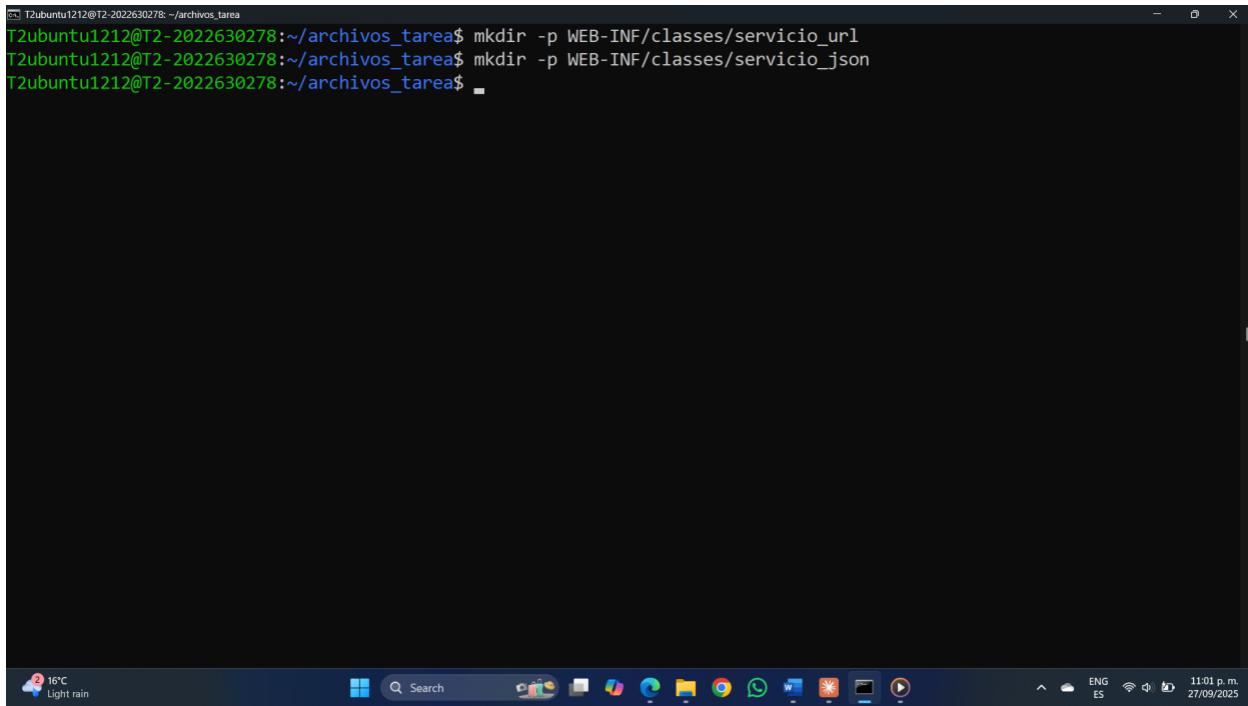
**IMAGEN 6.2: Captura mostrando la estructura de directorios del proyecto**

### 6.1.3 Preparación de directorios de clases

Se crearon los directorios necesarios para las clases compiladas:

```
mkdir -p WEB-INF/classes/servicio_url
```

```
mkdir -p WEB-INF/classes/servicio_json
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea$ mkdir -p WEB-INF/classes/servicio_url
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea$ mkdir -p WEB-INF/classes/servicio_json
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea$
```

**IMAGEN 6.3: Captura de la creación de directorios de clases**

#### 6.1.4 Publicación de Archivos Estáticos

```
cp ~/archivos_tarea/usuario_sin_foto.png $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
cp ~/archivos_tarea/WSClient.js $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
cp ~/archivos_tarea/prueba_url.html $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
cp ~/archivos_tarea/prueba_json.html $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
```

Validar:

```
ls -l $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
```

```

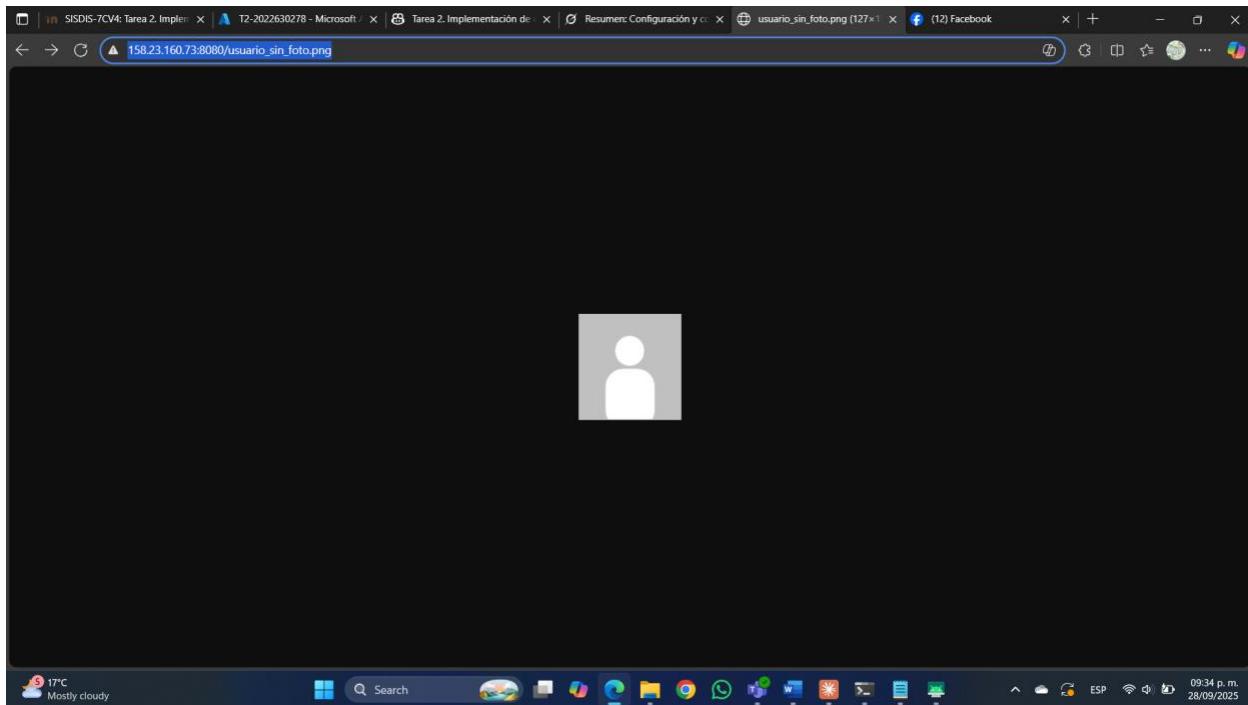
Windows PowerShell
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ cp ~archivos_tarea/usuario_sin_foto.png $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ cp ~archivos_tarea/WSClient.js $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ cp ~archivos_tarea/prueba_url.html $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ cp ~archivos_tarea/prueba_json.html $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ ls -l $CATALINA_HOME/webapps/ROOT/
total 32
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 3632 Sep 29 02:24 WSClient.js
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 10758 Sep 29 02:24 prueba_json.html
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 10754 Sep 29 02:24 prueba_url.html
-rw-rw-r-- 1 T2ubuntu1212 T2ubuntu1212 1662 Sep 29 02:23 usuario_sin_foto.png
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ |

```

Probar: [http://158.23.160.73:8080/usuario\\_sin\\_foto.png](http://158.23.160.73:8080/usuario_sin_foto.png)

Capturas:

- Listado ROOT
- Imagen cargada en navegador



## 6.2 Implementación del Servicio con Parámetros URL

### 6.2.1 Compilación del servicio URL

Se compiló la versión que acepta parámetros por URL según las instrucciones:

```
javac -cp $CATALINA_HOME/lib/javax.ws.rs-api-2.0.1.jar:$CATALINA_HOME/lib/gson-2.3.1.jar:. servicio_url/Servicio.java
```

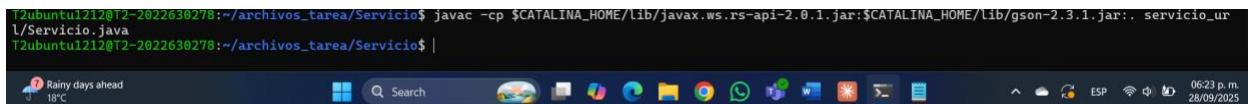


IMAGEN 6.4: Compilación exitosa del servicio URL

### 6.2.2 Empaquetado y despliegue (versión URL)

Se siguieron exactamente los comandos especificados en las instrucciones:

```
rm WEB-INF/classes/servicio_url/*
rm WEB-INF/classes/servicio_json/*
cp servicio_url/*.class WEB-INF/classes/servicio_url/.
jar cvf Servicio.war WEB-INF META-INF
```

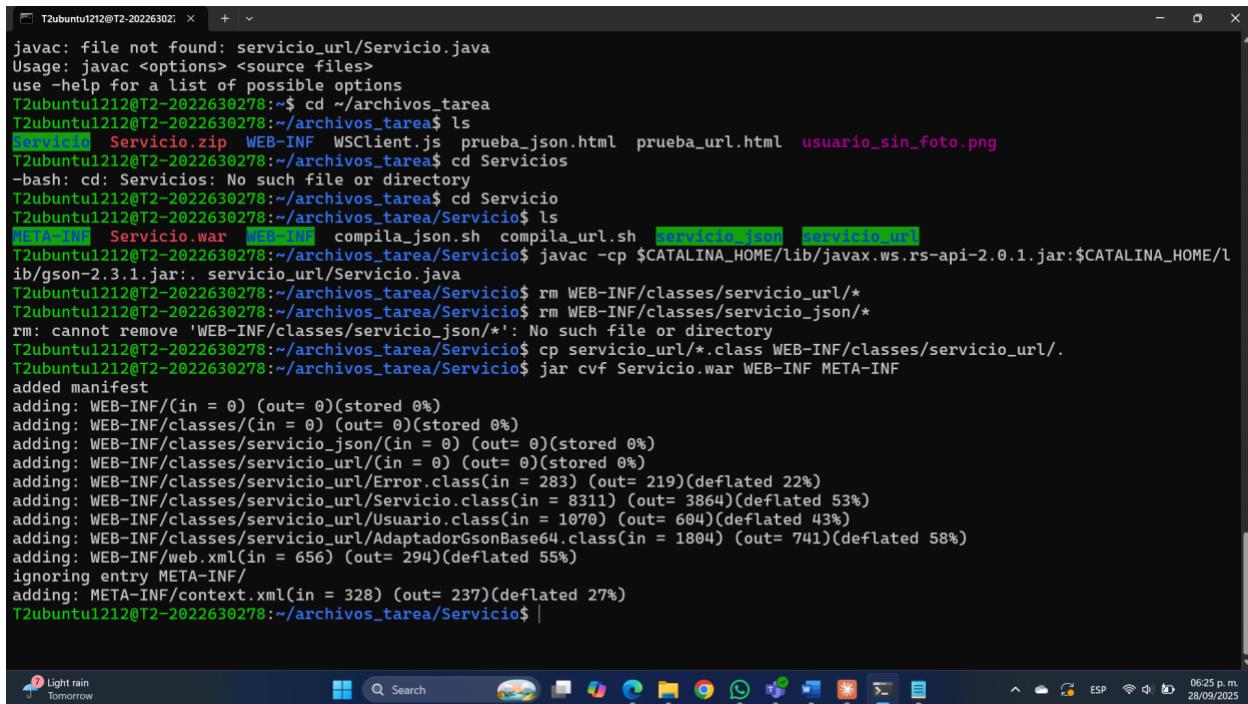
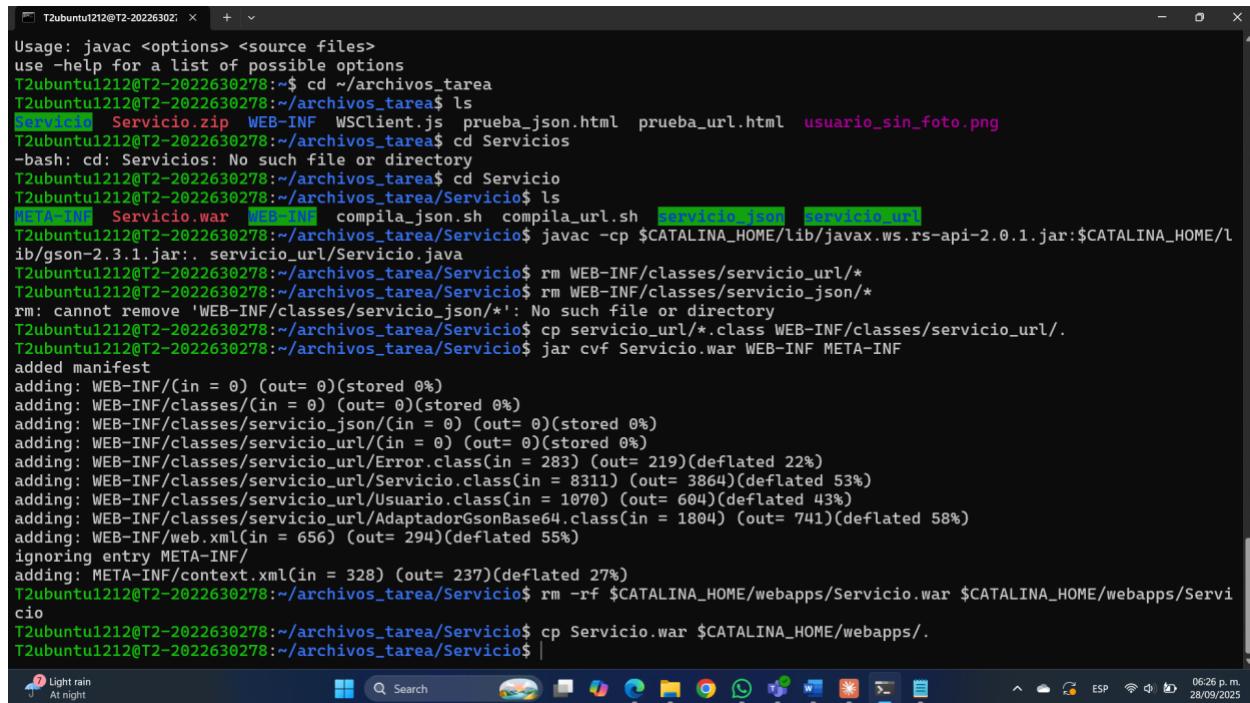


IMAGEN 6.5: Proceso de creación del archivo WAR

Para el despliegue se ejecutaron los comandos indicados:

```
rm -rf $CATALINA_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/Servicio
cp Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/.
```



```
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~ + ~
Usage: javac <options> <source files>
use -help for a list of possible options
T2ubuntu1212@T2-2022630278: $ cd ~/archivos_tarea
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea$ ls
Servicio Servicio.zip WEB-INF WSClient.js prueba_json.html prueba_url.html usuario_sin_foto.png
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea$ cd Servicios
-bash: cd: Servicios: No such file or directory
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea$ cd Servicio
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea/Servicio$ ls
META-INF Servicio.war WEB-INF compila.json.sh compila_url.sh servicio_json servicio_url
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea/Servicio$ javac -cp $CATALINA_HOME/lib/javax.ws.rs-api-2.0.1.jar:$CATALINA_HOME/lib/gson-2.3.1.jar: servicio_url/Servicio.java
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea/Servicio$ rm WEB-INF/classes/servicio_url/*
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea/Servicio$ rm WEB-INF/classes/servicio_json/*
rm: cannot remove 'WEB-INF/classes/servicio_json/*': No such file or directory
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea/Servicio$ cp servicio_url/*.class WEB-INF/classes/servicio_url/
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea/Servicio$ jar cvf Servicio.war WEB-INF META-INF
added manifest
adding: WEB-INF/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_url/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_url/Error.class(in = 283) (out= 219)(deflated 22%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_url/Servicio.class(in = 8311) (out= 3864)(deflated 53%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_url/Usuario.class(in = 1070) (out= 604)(deflated 43%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_url/AdaptadorGsonBase64.class(in = 1804) (out= 741)(deflated 58%)
adding: WEB-INF/web.xml(in = 656) (out= 294)(deflated 55%)
ignoring entry META-INF/
adding: META-INF/context.xml(in = 328) (out= 237)(deflated 27%)
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea/Servicio$ rm -rf $CATALINA_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/Servicio
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea/Servicio$ cp Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/.
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~/archivos_tarea/Servicio$ |
```

The terminal window shows the deployment process of a WAR file named 'Servicio.war'. It starts by removing the existing war file, then compiles Java files, removes old class files, adds new ones, and finally creates a new WAR file. The deployment is successful, as indicated by the final command 'cp Servicio.war \$CATALINA\_HOME/webapps.'.

## IMAGEN 6.6: Despliegue del WAR en Tomcat

Se verificó el auto-despliegue de Tomcat:

```
ls -la $CATALINA_HOME/webapps/Servicio/WEB-INF/classes/servicio_url/
```

The screenshot shows a terminal window titled 'T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos\_tarea/Servicio\$'. The user is executing commands to build and package a Java web application. The commands include:

- ls
- META-INF Servicio.war WEB-INF compila\_json.sh compila\_url.sh servicio\_json servicio\_url
- javac -cp \$CATALINA\_HOME/lib/javax.ws.rs-api-2.0.1.jar:\$CATALINA\_HOME/lib/gson-2.3.1.jar:. servicio\_url/Servicio.java
- rm WEB-INF/classes/servicio\_url/\*
- rm WEB-INF/classes/servicio\_json/\*
- rm: cannot remove 'WEB-INF/classes/servicio\_json/\*': No such file or directory
- cp servicio\_url/\*.class WEB-INF/classes/servicio\_url/.
- jar cvf Servicio.war WEB-INF META-INF

Manifest addition details are shown, followed by the removal of the META-INF directory and the copying of the generated classes back into it. Finally, the user runs:

- rm -rf \$CATALINA\_HOME/webapps/Servicio.war \$CATALINA\_HOME/webapps/Servicio
- cp Servicio.war \$CATALINA\_HOME/webapps/
- ls -la \$CATALINA\_HOME/webapps/Servicio/WEB-INF/classes/servicio\_url/

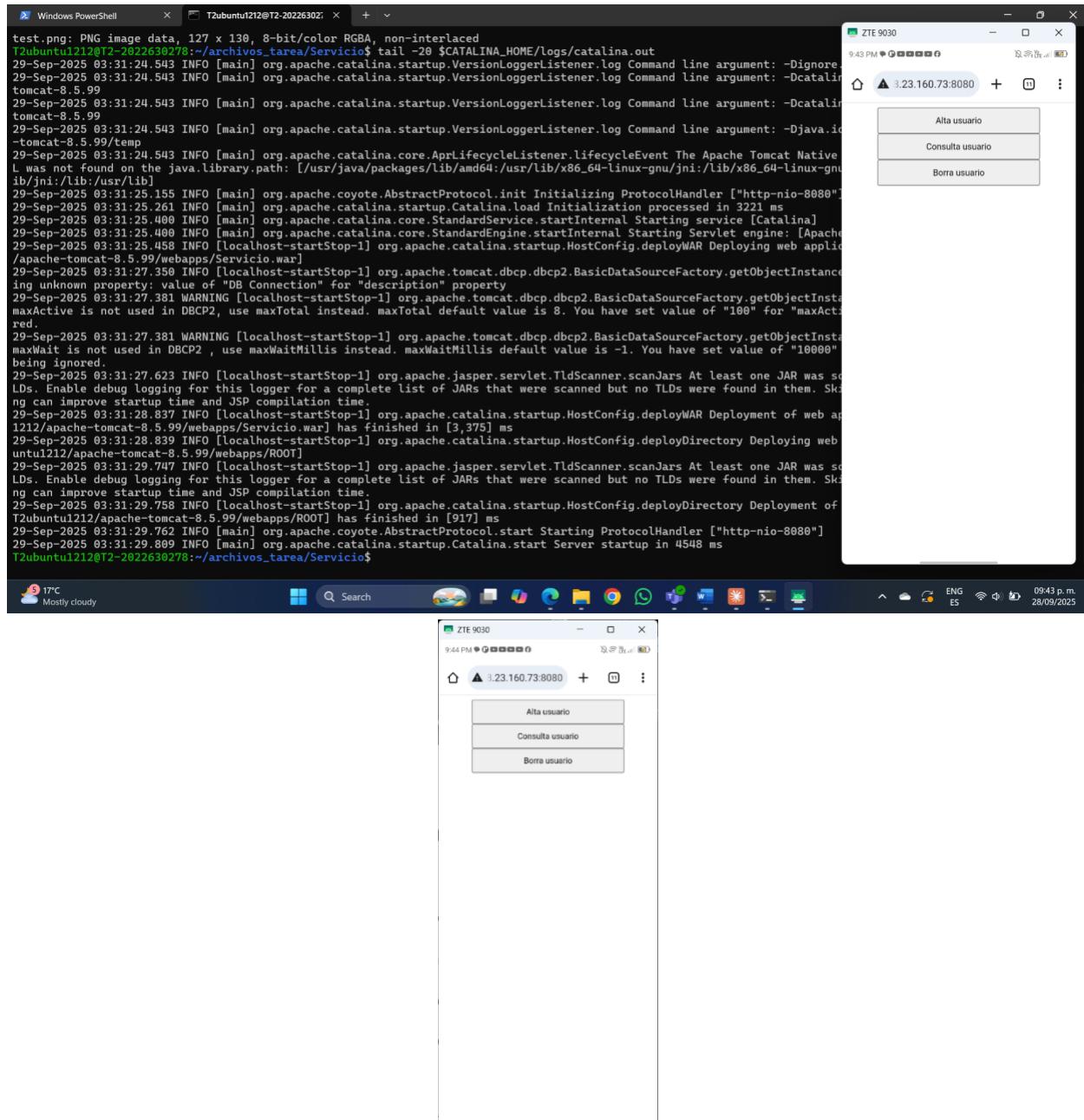
The terminal shows the directory listing with 32 files and ends with a prompt '\$'.

IMAGEN 6.7: Directorio desplegado con clases URL

### 6.3 Pruebas del Servicio URL

Se accedió desde dispositivo móvil a la URL especificada:

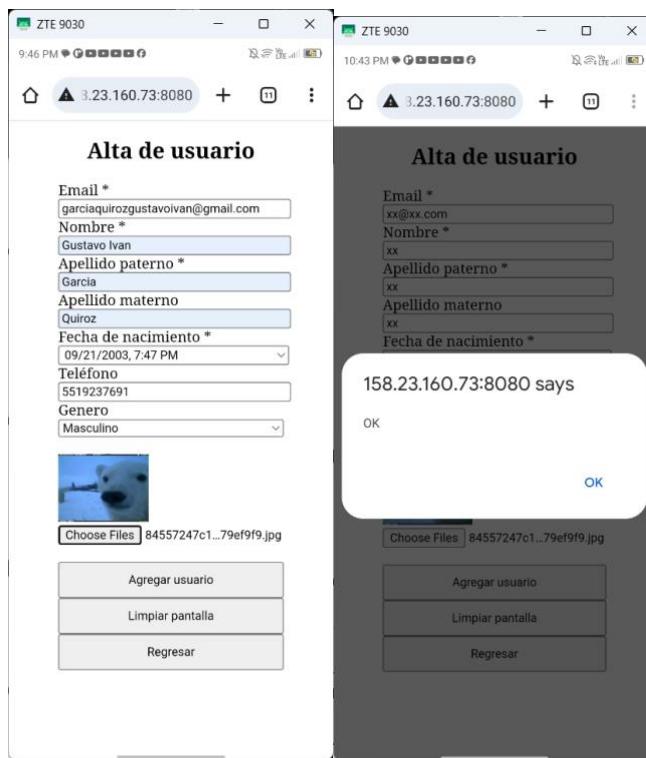
[http://158.23.160.73:8080/prueba\\_url.html](http://158.23.160.73:8080/prueba_url.html)



**IMAGEN 6.8: Interfaz prueba\_url.html cargada en dispositivo móvil**

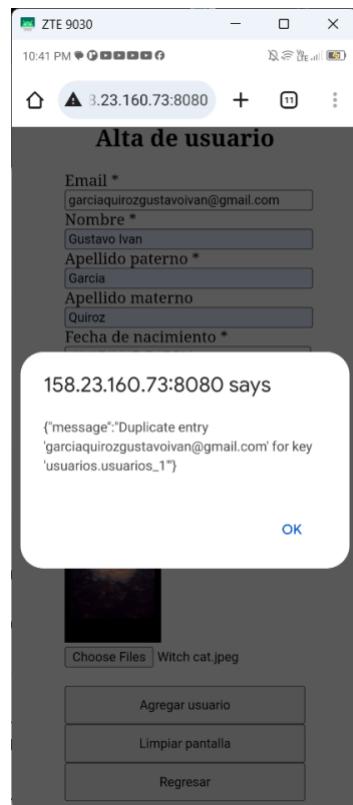
Se realizaron las pruebas requeridas:

1. **Alta de usuario** - Se completó el formulario con datos ficticios



**IMAGEN 6.9: Alta de usuario exitosa**

## 2. Intento de duplicado - Se probó con el mismo email



**IMAGEN 6.10: Error mostrado al intentar duplicar email**

**3. Consulta de usuario - Se consultó el usuario creado**

The image displays two side-by-side screenshots of a web application interface, both titled "ZTE 9030" and showing the URL "3.23.160.73:8080".

**Left Screenshot (Consulta usuario):**

- Email \*: garciaquirozgustavoivan@gmail.com
- Buscar usuario
- Regresar

**Right Screenshot (Modifica usuario):**

- Email \*: garciaquirozgustavoivan@gmail.com
- NOMBRE \*: Gustavo Ivan
- Apellido paterno \*: Garcia
- Apellido materno: Quiroz
- Fecha de nacimiento \*: 09/27/2017, 7:07 PM
- Teléfono: 5545718088
- Género: Masculino
- 
- Choose Files: No file chosen  
Quitar foto
- Guardar cambios
- Regresar

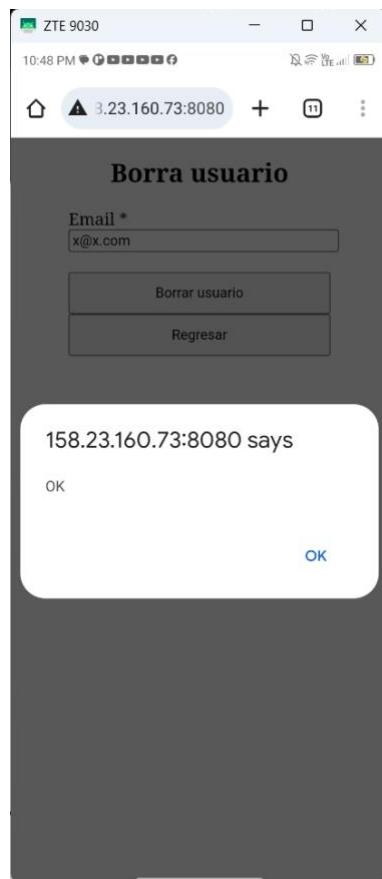
**IMAGEN 6.11: Consulta exitosa mostrando datos del usuario**

**4. Modificación de datos - Se modificó información del usuario**



**IMAGEN 6.12: Modificación exitosa de datos**

**5. Eliminación de usuario - Se borró el usuario**



## IMAGEN 6.14: Usuario eliminado exitosamente

### 6.4 Implementación del Servicio con Parámetros JSON

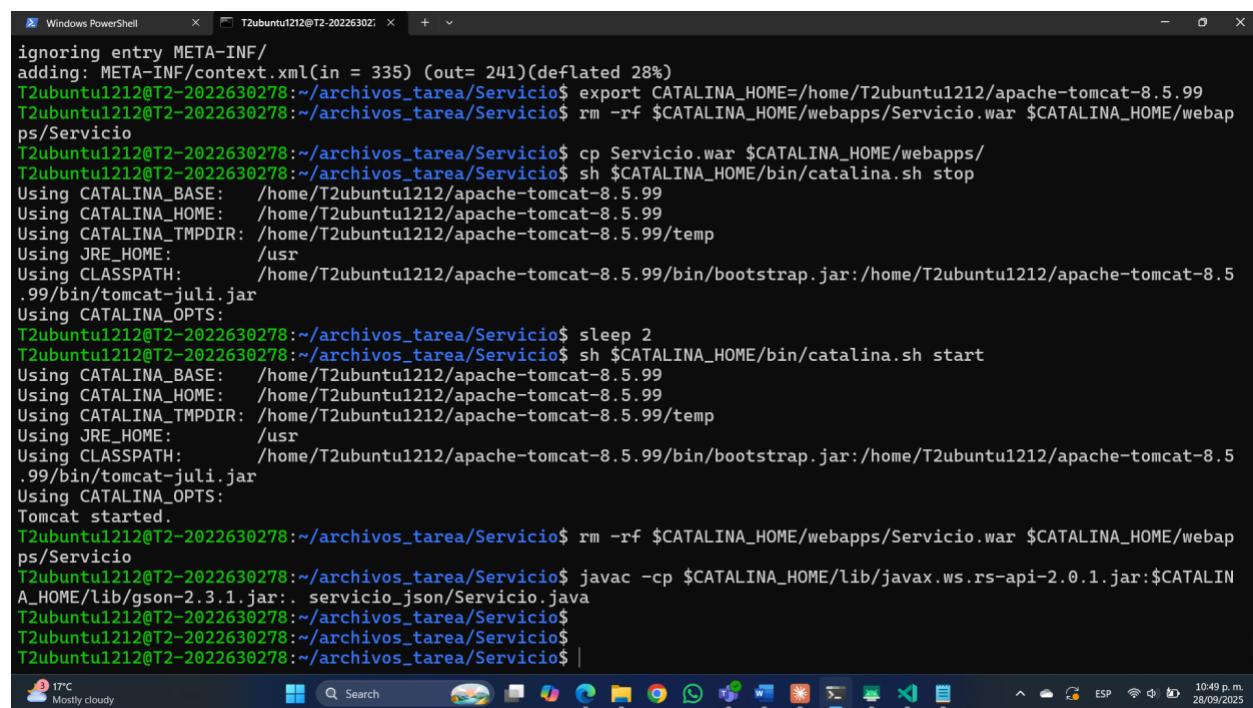
#### 6.4.1 Cambio a la versión JSON

Se removió el servicio anterior y se implementó la versión JSON:

```
rm -rf $CATALINA_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/Servicio
```

Se compiló la versión JSON según las instrucciones:

```
javac -cp $CATALINA_HOME/lib/javax.ws.rs-api-2.0.1.jar:$CATALINA_HOME/lib/gson-2.3.1.jar:. servicio_json/Servicio.java
```



The screenshot shows a Windows PowerShell window titled "Windows PowerShell" with the command history "T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos\_tarea/Servicio\$". The session details the removal of the previous war file, stopping Tomcat, and then deploying the new JSON service. It also shows the configuration of Tomcat variables like CATALINA\_HOME and CATALINA\_BASE, and the start of the Tomcat service. The command "javac" is used to compile the Java code.

```
ignoring entry META-INF/
adding: META-INF/context.xml(in = 335) (out= 241)(deflated 28%)
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ export CATALINA_HOME=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ rm -rf $CATALINA_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/Servicio
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ cp Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ sh $CATALINA_HOME/bin/catalina.sh stop
Using CATALINA_BASE: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
Using CATALINA_HOME: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
Using CATALINA_TMPDIR: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/temp
Using JRE_HOME: /usr
Using CLASSPATH: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/bin/bootstrap.jar:/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/bin/tomcat-juli.jar
Using CATALINA_OPTS:
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ sleep 2
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ sh $CATALINA_HOME/bin/catalina.sh start
Using CATALINA_BASE: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
Using CATALINA_HOME: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99
Using CATALINA_TMPDIR: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/temp
Using JRE_HOME: /usr
Using CLASSPATH: /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/bin/bootstrap.jar:/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/bin/tomcat-juli.jar
Using CATALINA_OPTS:
Tomcat started.
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ rm -rf $CATALINA_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/Servicio
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ javac -cp $CATALINA_HOME/lib/javax.ws.rs-api-2.0.1.jar:$CATALINA_HOME/lib/gson-2.3.1.jar:. servicio_json/Servicio.java
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ |
```

## IMAGEN 6.15: Compilación del servicio JSON

#### 6.4.2 Empaquetado y despliegue (versión JSON)

Se ejecutaron los comandos especificados para la versión JSON:

```
rm WEB-INF/classes/servicio_json/*
```

```
rm WEB-INF/classes/servicio_url/*
```

```
cp servicio_json/*.class WEB-INF/classes/servicio_json/.
```

```
jar cvf Servicio.war WEB-INF META-INF
```

```

Tomcat started.
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ rm -rf $CATALINA_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/Servicio
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ javac -cp $CATALINA_HOME/lib/javax.ws.rs-api-2.0.1.jar:$CATALINA_HOME/lib/gson-2.3.1.jar:. servicio_json/Servicio.java
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ rm WEB-INF/classes/servicio_json/*
rm: cannot remove 'WEB-INF/classes/servicio_json/*': No such file or directory
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ ls
META-INF Servicio.war WEB-INF compila_json.sh compila_url.sh servicio_json servicio_url test.png
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ rm WEB-INF/classes/servicio_url/*
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ cp servicio_json/*.class WEB-INF/classes/servicio_json/.
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ jar cvf Servicio.war WEB-INF META-INF
added manifest
adding: WEB-INF/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/ParamAltaUsuario.class(in = 264) (out= 198)(deflated 25%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/ParamConsultaUsuario.class(in = 265) (out= 208)(deflated 21%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/ParamModificaUsuario.class(in = 272) (out= 205)(deflated 24%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/Error.class(in = 284) (out= 220)(deflated 22%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/Servicio.class(in = 8683) (out= 3999)(deflated 53%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/Usuario.class(in = 435) (out= 295)(deflated 32%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/AdaptadorGsonBase64.class(in = 1805) (out= 741)(deflated 58%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/ParamBorraUsuario.class(in = 259) (out= 206)(deflated 20%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_url/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/web.xml(in = 656) (out= 294)(deflated 55%)
ignoring entry META-INF/
adding: META-INF/context.xml(in = 335) (out= 241)(deflated 28%)
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 

```

## IMAGEN 6.16: Creación del WAR para versión JSON

Se desplegó la nueva versión:

```
rm -rf $CATALINA_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/Servicio
cp Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/.
```

```

T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ javac -cp $CATALINA_HOME/lib/javax.ws.rs-api-2.0.1.jar:$CATALINA_HOME/lib/gson-2.3.1.jar:. servicio_json/Servicio.java
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ rm WEB-INF/classes/servicio_json/*
rm: cannot remove 'WEB-INF/classes/servicio_json/*': No such file or directory
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ ls
META-INF Servicio.war WEB-INF compila_json.sh compila_url.sh servicio_json servicio_url test.png
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ rm WEB-INF/classes/servicio_url/*
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ cp servicio_json/*.class WEB-INF/classes/servicio_json/.
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ jar cvf Servicio.war WEB-INF META-INF
added manifest
adding: WEB-INF/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/ParamAltaUsuario.class(in = 264) (out= 198)(deflated 25%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/ParamConsultaUsuario.class(in = 265) (out= 208)(deflated 21%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/ParamModificaUsuario.class(in = 272) (out= 205)(deflated 24%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/Error.class(in = 284) (out= 220)(deflated 22%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/Servicio.class(in = 8683) (out= 3999)(deflated 53%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/Usuario.class(in = 435) (out= 295)(deflated 32%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/AdaptadorGsonBase64.class(in = 1805) (out= 741)(deflated 58%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_json/ParamBorraUsuario.class(in = 259) (out= 206)(deflated 20%)
adding: WEB-INF/classes/servicio_url/(in = 0) (out= 0)(stored 0%)
adding: WEB-INF/web.xml(in = 656) (out= 294)(deflated 55%)
ignoring entry META-INF/
adding: META-INF/context.xml(in = 335) (out= 241)(deflated 28%)
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ rm -rf $CATALINA_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/Servicio
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ cp Servicio.war $CATALINA_HOME/webapps/.
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 

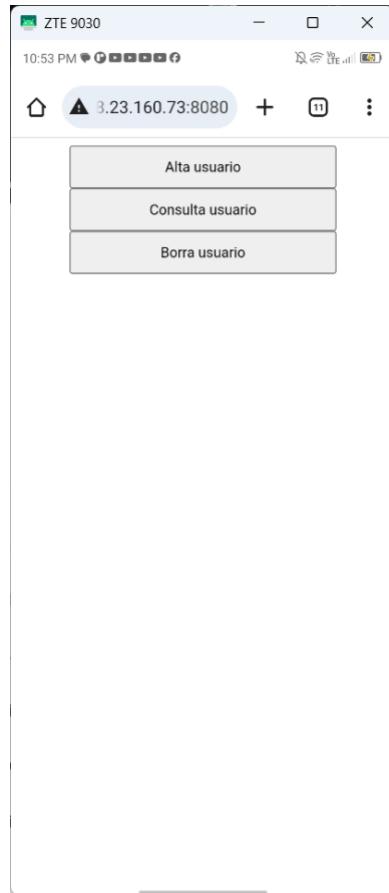
```

## IMAGEN 6.17: Despliegue de la versión JSON

### 6.5 Pruebas del Servicio JSON

Se accedió a la interfaz JSON desde dispositivo móvil:

[http://158.23.160.73:8080/prueba\\_json.html](http://158.23.160.73:8080/prueba_json.html)



## IMAGEN 6.18: Interfaz prueba\_json.html cargada

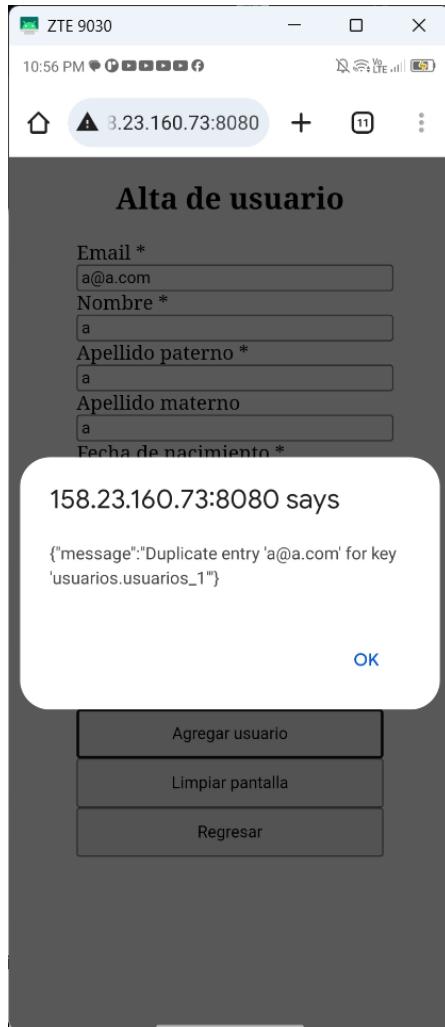
Se repitieron todas las pruebas especificadas en las instrucciones:

1. Alta de usuario (JSON)



**IMAGEN 6.19: Alta de usuario con JSON exitosa**

**2. Intento de duplicado (JSON)**



**IMAGEN 6.20: Error de duplicado en versión JSON**

### 3. Consulta de usuario (JSON)

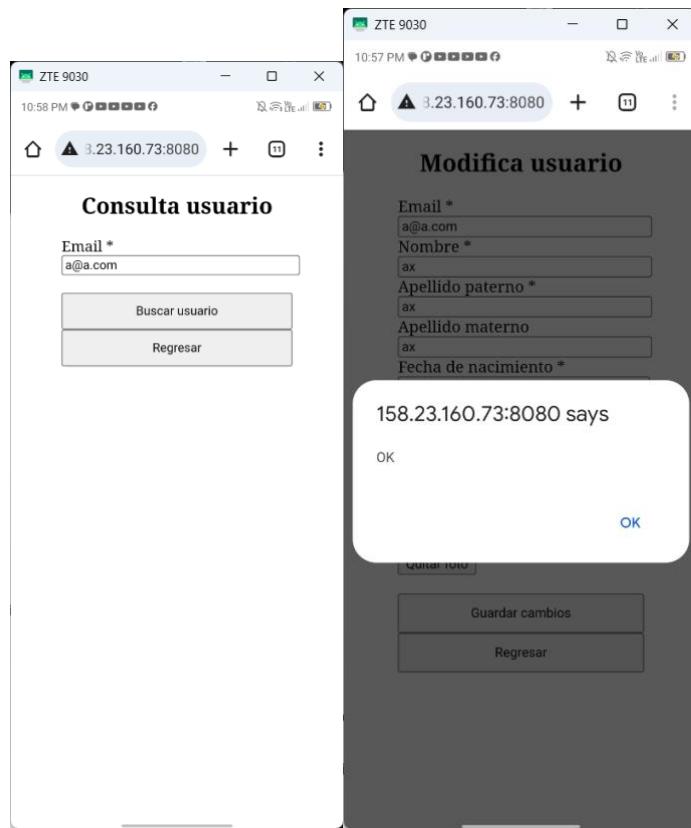
The screenshot shows a web browser window titled "Modifica usuario". The address bar displays the URL "3.23.160.73:8080". The page content is a form for modifying a user profile. The fields and their values are:

- Email \*: a@a.com
- Nombre \*: a
- Apellido paterno \*: a
- Apellido materno: a
- Fecha de nacimiento \*: 02/17/2017, 7:57 AM
- Teléfono: 5522331122
- Género: Masculino

Below the form is a placeholder image of a person, followed by file upload controls: "Choose Files" (No file chosen) and "Quitar foto". At the bottom are two buttons: "Guardar cambios" and "Regresar".

**IMAGEN 6.21: Consulta exitosa en versión JSON**

#### 4. Modificación de datos (JSON)



**IMAGEN 6.22: Modificación exitosa en versión JSON**

##### 5. Verificación de persistencia (JSON)

The screenshot shows a web browser window titled "Modifica usuario". The address bar displays the URL "3.23.160.73:8080". The form contains the following fields:

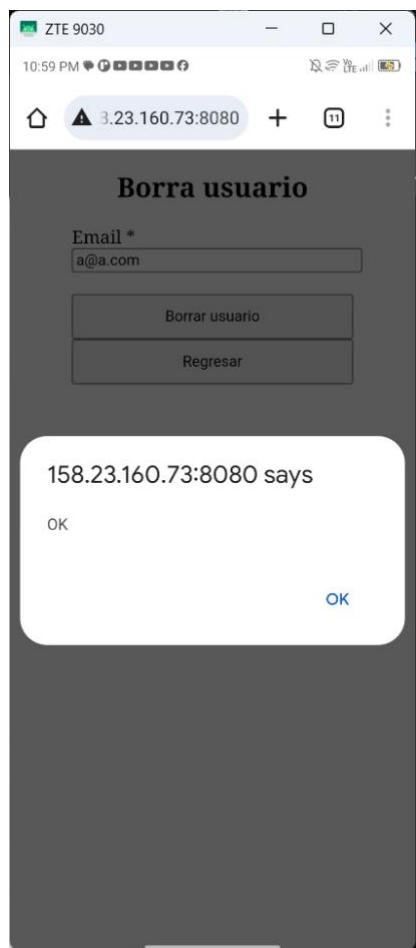
- Email \*: a@a.com
- Nombre \*: ax
- Apellido paterno \*: ax
- Apellido materno: ax
- Fecha de nacimiento \*: 02/17/2017, 7:57 AM
- Teléfono: 5522331122
- Género: Masculino

Below the form is a file upload section with a thumbnail preview of a photo, a "Choose Files" button, and a "Quitar foto" button.

At the bottom are two buttons: "Guardar cambios" and "Regresar".

**IMAGEN 6.23: Datos modificados persistentes en JSON**

## 6. Eliminación de usuario (JSON)



**IMAGEN 6.24: Eliminación exitosa en versión JSON**

## 7 Automatización de Inicio (cron @reboot)

Se modificó el script de inicio para que el comando iptables se ejecute con privilegios de superusuario (utilizando sudo).

**IMPORTANTE:** El script de inicio debe ser llamado desde cron del usuario root, o bien, los comandos que requieran root deben llevar sudo.

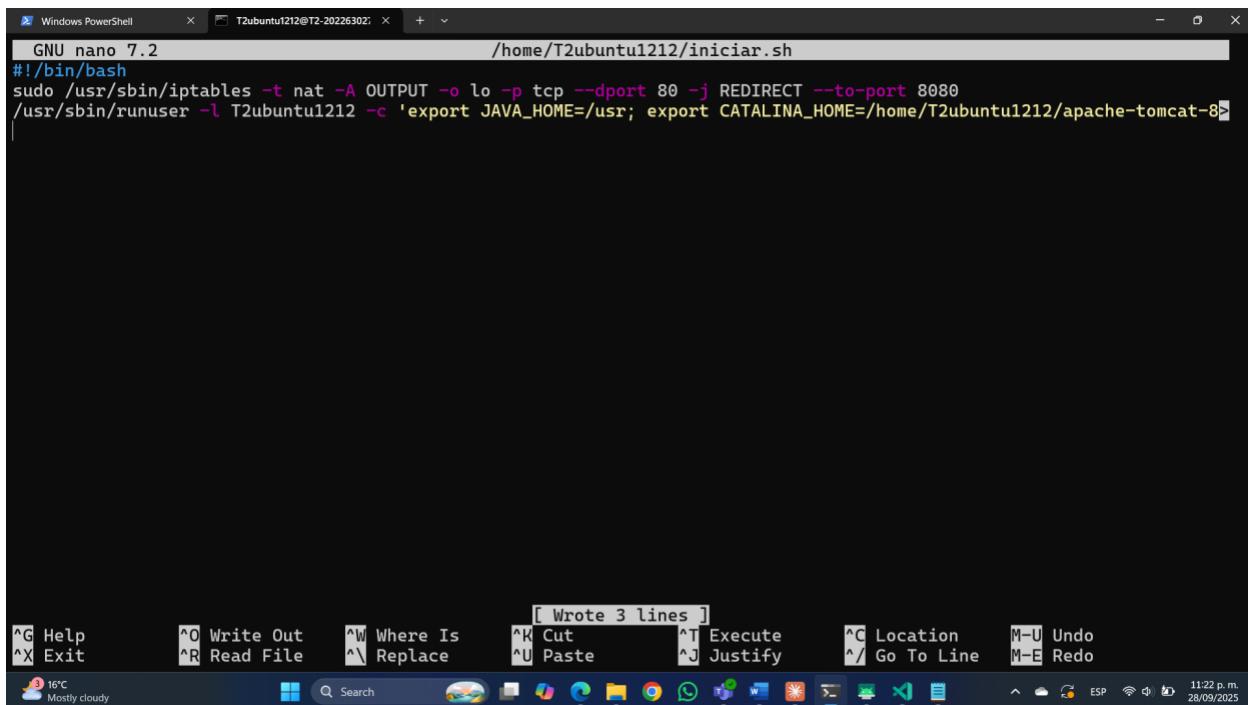
```
sudo /usr/sbin/iptables -t nat -A OUTPUT -o lo -p tcp --dport 80 -j REDIRECT --to-port  
8080
```

```
/usr/sbin/runuser -l T2ubuntu1212 -c 'export JAVA_HOME=/usr; export  
CATALINA_HOME=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99; sh  
$CATALINA_HOME/bin/catalina.sh start'
```

**Nota:** Si el script se ejecuta desde el cron del usuario root, se puede omitir sudo.

La alternativa recomendada es agregar la línea de cron en el crontab del usuario root usando sudo crontab -e:

```
@reboot /home/T2ubuntu1212/iniciar.sh
```



The screenshot shows a Windows PowerShell window titled "T2ubuntu1212@T2-20226302". Inside, a terminal session is running the "nano" text editor. The file being edited is "/home/T2ubuntu1212/iniciar.sh". The content of the file is as follows:

```
#!/bin/bash  
sudo /usr/sbin/iptables -t nat -A OUTPUT -o lo -p tcp --dport 80 -j REDIRECT --to-port 8080  
/usr/sbin/runuser -l T2ubuntu1212 -c 'export JAVA_HOME=/usr; export CATALINA_HOME=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99; sh  
$CATALINA_HOME/bin/catalina.sh start'
```

The nano editor interface includes standard keyboard shortcuts at the bottom:

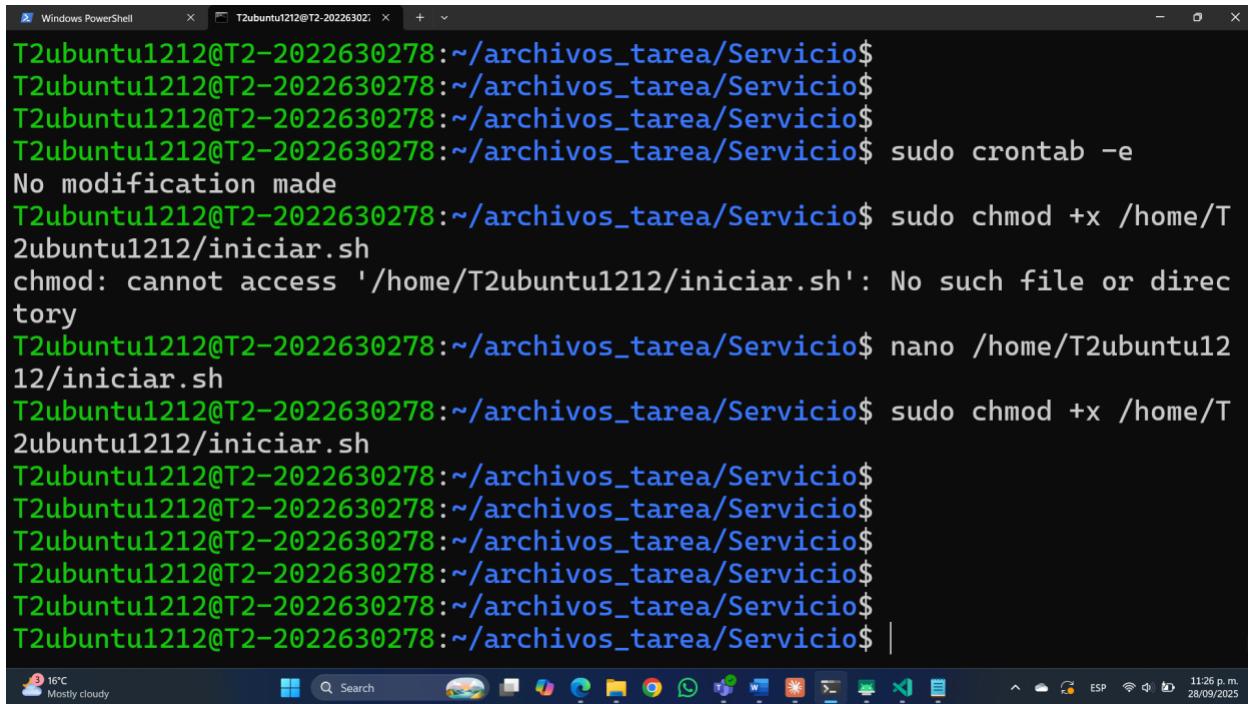
- ^G Help
- ^X Exit
- ^O Write Out
- ^R Read File
- ^W Where Is
- ^\\ Replace
- ^K Cut
- ^U Paste
- ^T Execute
- ^J Justify
- ^C Location
- ^/ Go To Line
- M-U Undo
- M-E Redo

The status bar at the bottom shows the weather (16°C, Mostly cloudy), system icons, and the date/time (11:22 p.m., 28/09/2025).

IMAGEN 7.2: Crontab

Comandos para dejar todo listo:

```
sudo chmod +x /home/T2ubuntu1212/iniciar.sh
```



```

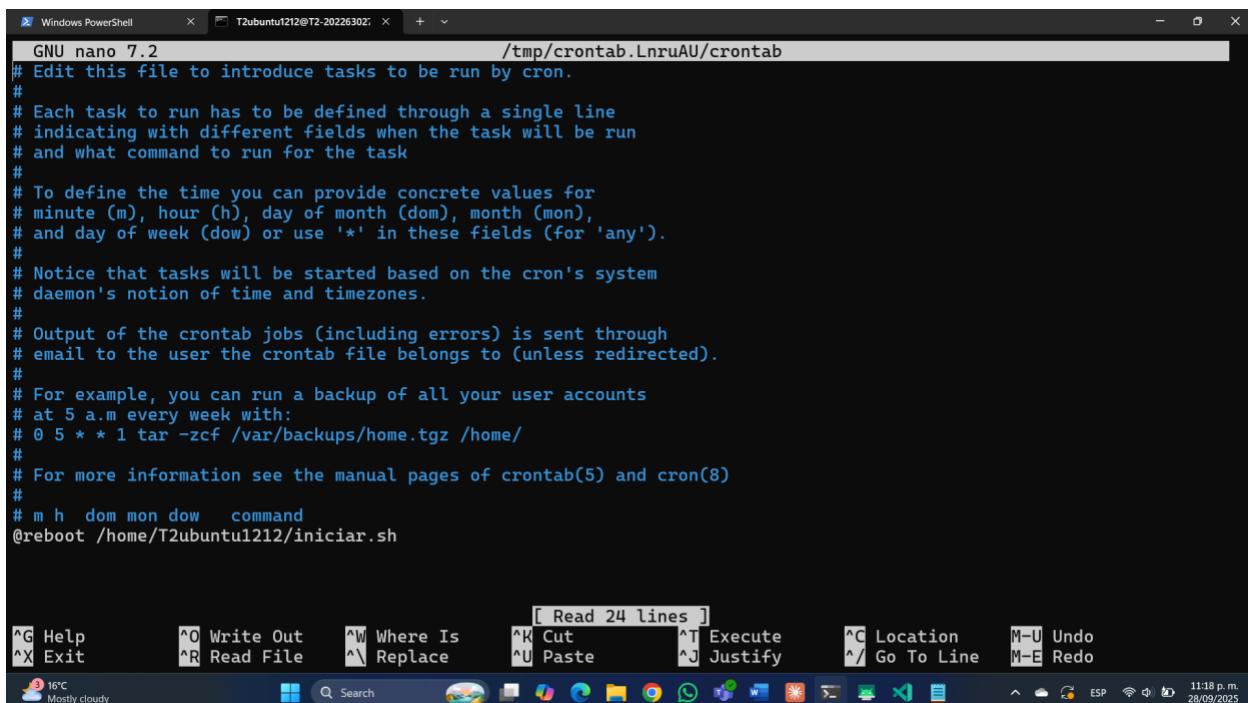
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ sudo crontab -e
No modification made
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ sudo chmod +x /home/T2ubuntu1212/iniciar.sh
chmod: cannot access '/home/T2ubuntu1212/iniciar.sh': No such file or directory
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ nano /home/T2ubuntu1212/iniciar.sh
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ sudo chmod +x /home/T2ubuntu1212/iniciar.sh
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~/archivos_tarea/Servicio$ 

```

`sudo crontab -e`

# Agregar:

`@reboot /home/T2ubuntu1212/iniciar.sh`



```

GNU nano 7.2                                     /tmp/crontab.LnruAU/crontab
# Edit this file to introduce tasks to be run by cron.
#
# Each task to run has to be defined through a single line
# indicating with different fields when the task will be run
# and what command to run for the task
#
# To define the time you can provide concrete values for
# minute (m), hour (h), day of month (dom), month (mon),
# and day of week (dow) or use '*' in these fields (for 'any').
#
# Notice that tasks will be started based on the cron's system
# daemon's notion of time and timezones.
#
# Output of the crontab jobs (including errors) is sent through
# email to the user the crontab file belongs to (unless redirected).
#
# For example, you can run a backup of all your user accounts
# at 5 a.m every week with:
# 0 5 * * 1 tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/
#
# For more information see the manual pages of crontab(5) and cron(8)
#
# m h dom mon dow   command
@reboot /home/T2ubuntu1212/iniciar.sh

```

[ Read 24 lines ]

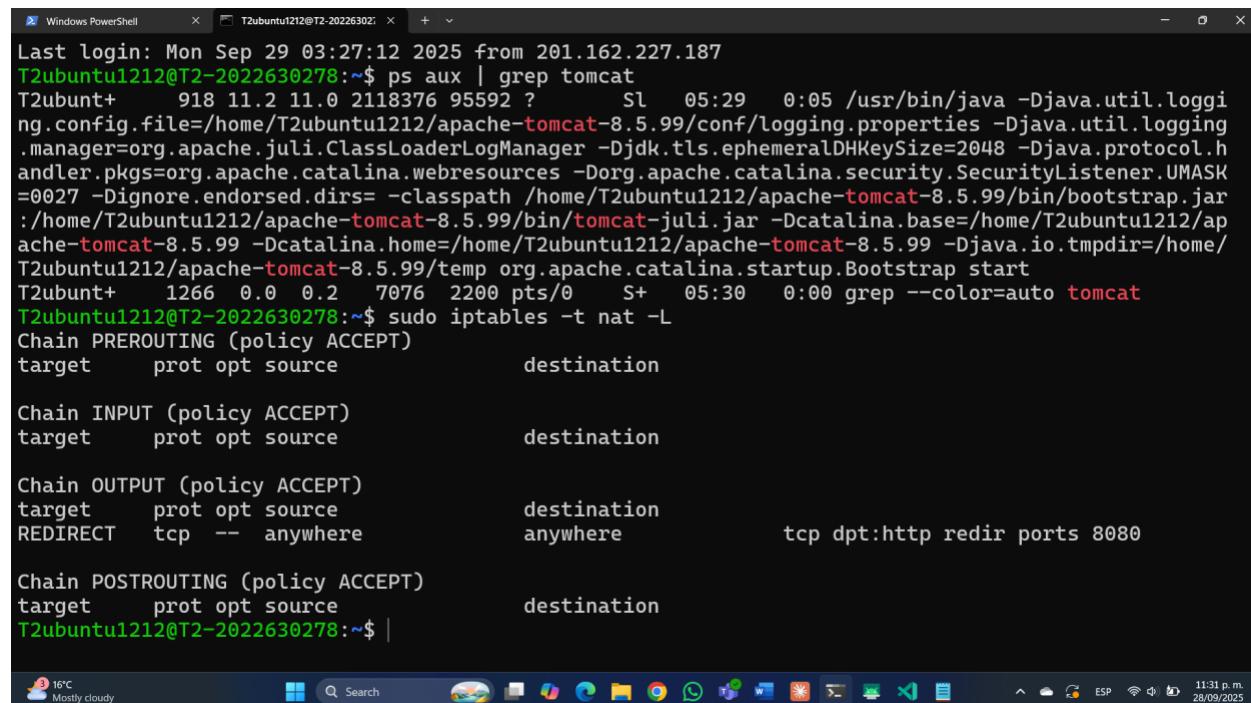
<code>^G Help</code>	<code>^O Write Out</code>	<code>^W Where Is</code>	<code>^K Cut</code>	<code>^T Execute</code>	<code>^C Location</code>	<code>M-U Undo</code>
<code>^X Exit</code>	<code>^R Read File</code>	<code>^` Replace</code>	<code>^U Paste</code>	<code>^J Justify</code>	<code>^/ Go To Line</code>	<code>M-E Redo</code>

- Tras reiniciar la VM, Tomcat debe estar corriendo automáticamente.

- El puerto 80 debe redirigir correctamente al 8080 (puedes acceder a [http://IP\\_PUBLICA/usuario\\_sin\\_foto.png](http://IP_PUBLICA/usuario_sin_foto.png) y ver la imagen).
- No debe aparecer error de permisos en los logs.

## 8 Comandos de verificación post-reinicio:

- `ps aux | grep tomcat` → Tomcat debe aparecer corriendo.
- `sudo iptables -t nat -L` → Debe listar la regla de redirección OUTPUT a 8080.
- Acceso web a [http://158.23.160.73:8080/prueba\\_json.html](http://158.23.160.73:8080/prueba_json.html).



```

Windows PowerShell
T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~
Last login: Mon Sep 29 03:27:12 2025 from 201.162.227.187
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ ps aux | grep tomcat
T2ubunt+ 918 11.2 11.0 2118376 95592 ? Sl 05:29 0:05 /usr/bin/java -Djava.util.logging.config.file=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/conf/logging.properties -Djava.util.logging.manager=org.apache.juli.ClassLoaderLogManager -Djdk.tls.ephemeralDHKeySize=2048 -Djava.protocol.handler.pkgs=org.apache.catalina.webresources -Dorg.apache.catalina.security.SecurityListener.UMASK=0027 -Dignore.endorsed.dirs= -classpath /home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/bin/bootstrap.jar :/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/bin/tomcat-juli.jar -Dcatalina.base=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99 -Dcatalina.home=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99 -Djava.io.tmpdir=/home/T2ubuntu1212/apache-tomcat-8.5.99/temp org.apache.catalina.startup.Bootstrap start
T2ubunt+ 1266 0.0 0.2 7076 2200 pts/0 S+ 05:30 0:00 grep --color=auto tomcat
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ sudo iptables -t nat -L
Chain PREROUTING (policy ACCEPT)
target    prot opt source               destination
Chain INPUT (policy ACCEPT)
target    prot opt source               destination
Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target    prot opt source               destination
REDIRECT  tcp  --  anywhere            anywhere            tcp dpt:http redir ports 8080
Chain POSTROUTING (policy ACCEPT)
target    prot opt source               destination
T2ubuntu1212@T2-2022630278:~$ |

```

The screenshot shows a Windows PowerShell window with the title "Windows PowerShell" and the path "T2ubuntu1212@T2-2022630278: ~". The window displays the output of several Linux command-line tools: "ps aux | grep tomcat" shows a Java process for Tomcat; "sudo iptables -t nat -L" shows an iptables rule that redirects traffic on port 80 to port 8080. The taskbar at the bottom shows various icons for system status and applications, and the system tray indicates it's 11:31 p.m. on 28/09/2025.

## 9 Creación de Imagen y Gestión de Recursos

Una vez completada y verificada la configuración de la máquina virtual, se procedió a crear una imagen del sistema para futuras implementaciones y posteriormente eliminar los recursos originales.

### 9.1 Creación de Imagen de la Máquina Virtual

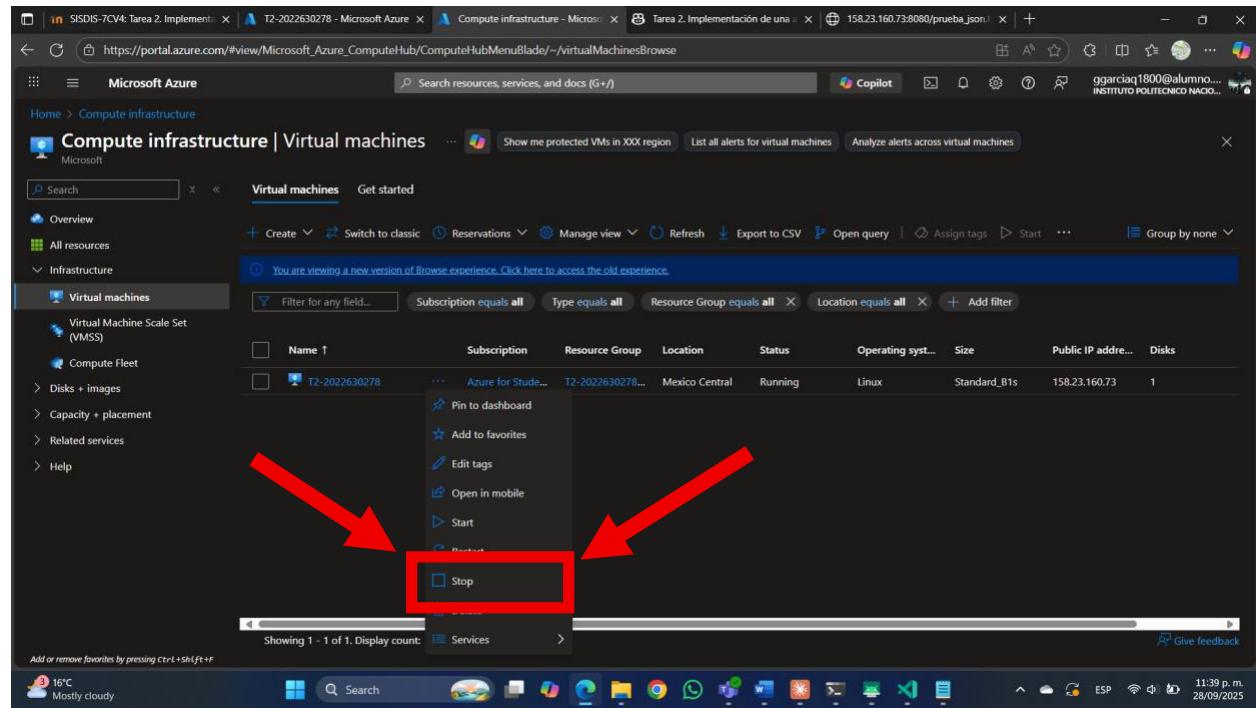
#### 9.1.1 Detención de la máquina virtual

Desde el portal de Azure, se detuvo la máquina virtual:

**Pasos:**

1. Navegar a la máquina virtual T2-2022630278
2. Clic en "Detener"
3. Esperar a que el estado cambie a "Detenida (desasignada)"

**Nota:** Es recomendable detener la VM antes de crear la imagen para garantizar la consistencia de los datos.



**IMAGEN 11.1: Captura del portal de Azure mostrando el botón "Detener"**

#### 9.1.2 Inicio del proceso de captura de imagen

Desde la página de la máquina virtual, se accedió a la opción para crear imagen:

## Pasos:

1. En el menú de la VM, buscar la opción "Capturar" o "Capture"
2. Clic en "Capturar" para iniciar el asistente

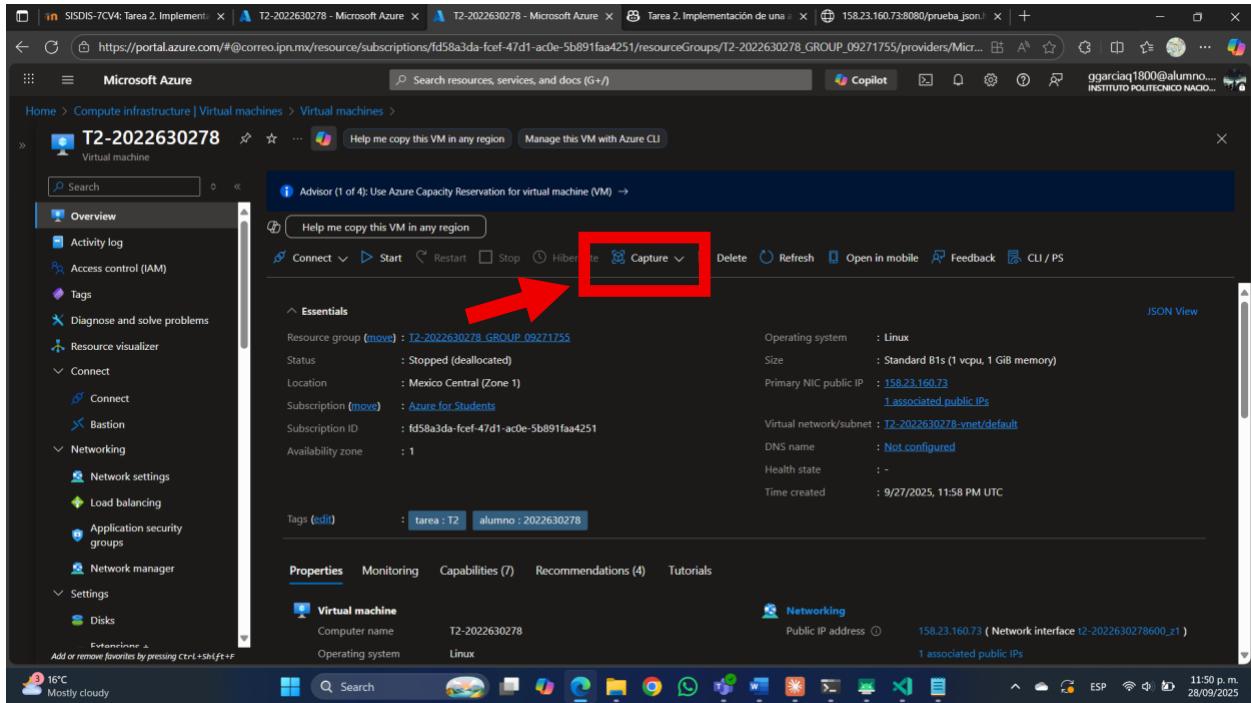


IMAGEN 11.3: Captura del menú de la VM mostrando la opción "Capturar"

### 9.1.3 Configuración de la imagen

Se completó el formulario de creación de imagen con los siguientes parámetros:

#### Configuración básica:

- **Grupo de recursos:** (El mismo de la VM o crear uno nuevo)
- **Compartir imagen en Azure compute gallery:** No
- **Eliminar automáticamente esta máquina virtual después de crear la imagen:** No (se eliminará manualmente después)
- **Nombre de la imagen:** Ubuntu
- **Región:** (La misma región de la VM)
- **Tipo de SO:** Linux
- **Estado de la VM:** Desasignada (recomendado)

The screenshot shows the 'Create an image' wizard in the Microsoft Azure portal. The top navigation bar includes tabs for 'SISDIS-7CV4: Tarea 2. Implementación de una...', 'T2-2022630278 - Microsoft Azure', 'Create an image - Microsoft Azure', 'Tarea 2. Implementación de una...', and '158.23.160.73:8080/prueba\_json...'.

The main content area is titled 'Create an image' with tabs for 'Basics', 'Tags', and 'Review + create'. The 'Basics' tab is selected.

**Project details**

- Subscription: Azure for Students
- Resource group: T2-2022630278\_group\_09271755

**Instance details**

- Region: (Mexico) Mexico Central
- Share image to Azure compute gallery:
  - Yes, share it to a gallery as a VM image version.
  - No, capture only a managed image.
- A message box states: 'Managed image is not available because it is not currently supported with Trusted launch virtual machines.'
- Automatically delete this virtual machine after creating the image:

**Review + create** < Previous Next : Tags > Give feedback

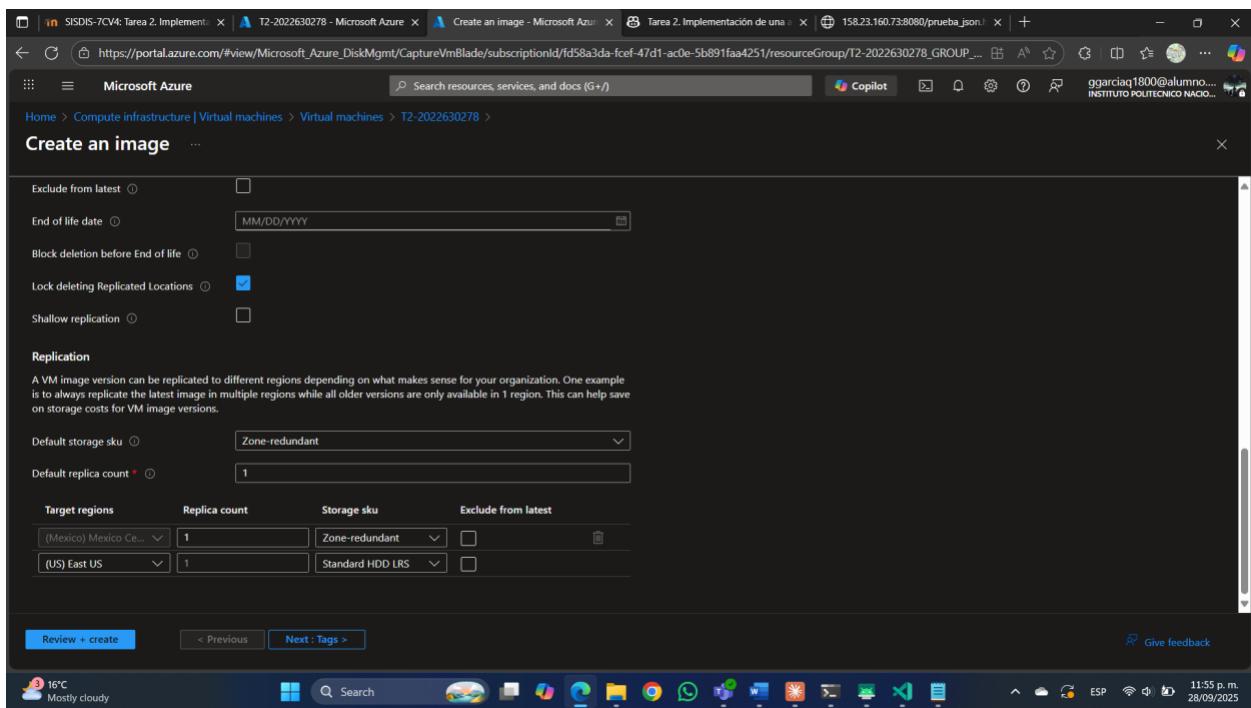
The screenshot shows the same 'Create an image' wizard in dark mode. The interface is mostly black with white text and icons. The top navigation bar and tabs are identical to the light mode version.

The 'Basics' tab is selected. The 'Gallery details' section shows:

- Target Azure compute gallery: 'No valid galleries in resource group' (dropdown menu)
- Create new:
- Operating system state:
  - Generalized: VMs created from this image require hostname, admin user, and other VM related setup to be completed on first boot
  - Specialized: VMs created from this image are completely configured and do not require parameters such as hostname and admin user/password

A warning message box states: 'Capturing a virtual machine image will make the virtual machine unusable. This action cannot be undone.'

**Review + create** < Previous Next : Tags > Give feedback



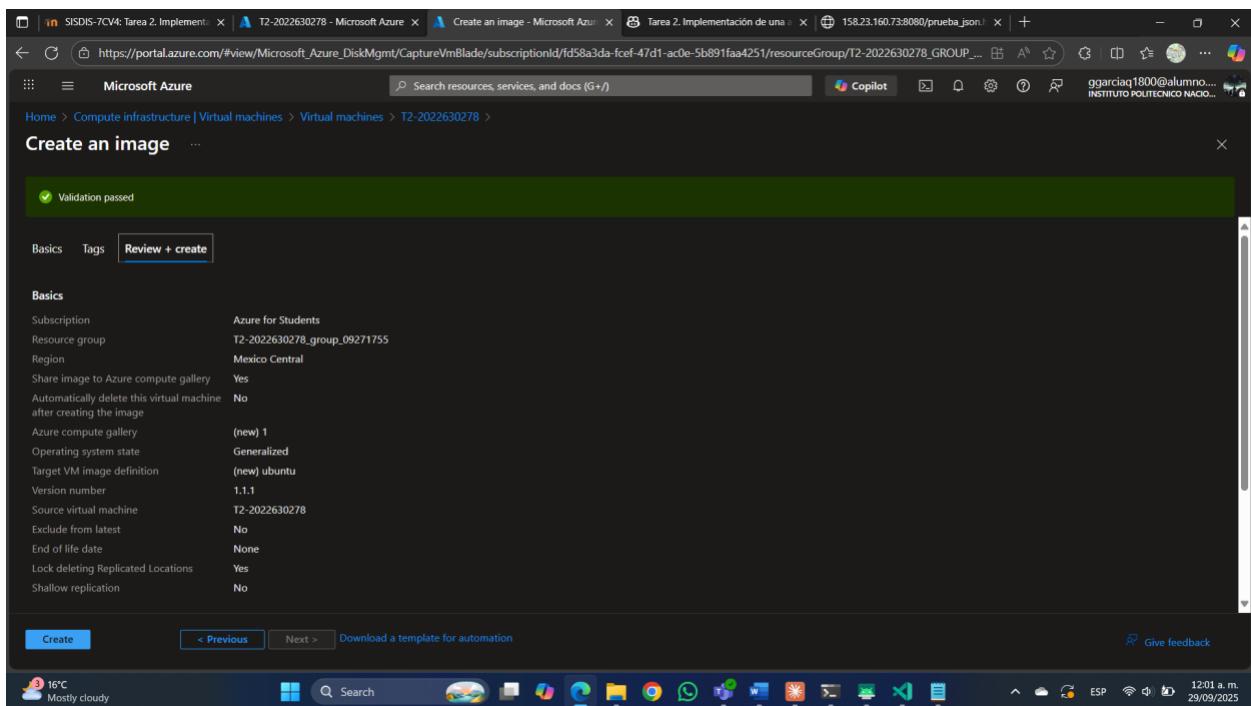
[INCLUIR IMAGEN 11.4: Captura del formulario de creación de imagen - Pestaña "Conceptos básicos"]

## 9.1.4 Revisión y creación

Se revisó la configuración completa:

**Pasos:**

1. Clic en "Revisar y crear"
2. Validar que no haya errores
3. Clic en "Crear"



**IMAGEN 11.6: Captura de la pantalla "Revisar y crear" mostrando el resumen**  
**[INCLUIR IMAGEN 11.7: Captura del mensaje "Validación correcta"]**

## 9.1.5 Proceso de creación

Azure inició el proceso de creación de la imagen. Este proceso puede tomar varios minutos.

## 9.1.6 Verificación de la imagen creada

Una vez completado el proceso, se verificó la imagen:

### Pasos:

1. Navegar a "Todos los recursos" o buscar "Imágenes"
2. Localizar ubuntu
3. Verificar estado y propiedades

The screenshot shows the Microsoft Azure portal interface. The left sidebar navigation is open, showing 'Compute infrastructure' selected under 'Custom images'. The main content area is titled 'Compute infrastructure | Custom images' and displays a table of 'Image definitions'. The table has columns for Name, Type, Resource Group, Location, Subscription, and Sharing method. A single row is visible, showing 'ubuntu (1/ubuntu)' as the Name, 'VM image definition' as the Type, 'T2-2022630278\_group...' as the Resource Group, 'Mexico Central' as the Location, 'Azure for Students' as the Subscription, and 'Private' as the Sharing method. At the top of the main content area, there is a message: 'You are viewing a new version of Browse experience. Click here to access the old experience.' Below the table, there are filter options: 'Filter for any field...', 'Subscription equals all', 'Resource Group equals all', 'Location equals all', and a 'Add filter' button. The bottom of the screen shows the Windows taskbar with various pinned icons.

**IMAGEN 11.9: Captura del listado de imágenes mostrando Ubuntu**

## 9.2 Eliminación de la Máquina Virtual Original

Una vez confirmada la creación exitosa de la imagen, se procedió a eliminar la máquina virtual original para evitar costos innecesarios.

### 9.2.1 Navegación a la máquina virtual

Se accedió a la máquina virtual T2-2022630278 desde el portal de Azure:

The screenshot shows the Microsoft Azure portal interface. The left sidebar is titled 'Compute infrastructure' and contains a 'Virtual machines' section with one item: 'T2-2022630278'. The main content area is titled 'Virtual machines' and displays a table with the following data:

Name	Subscription	Resource Group	Location	Status	Operating syst...	Size	Public IP addre...	Disk
T2-2022630278	Azure for Stud...	T2-2022630278...	Mexico Central	Stopped (deall...)	Linux	Standard_B1s	158.23.160.73	1

The status bar at the bottom indicates the date and time as 29/09/2025 and 12:17 a.m.

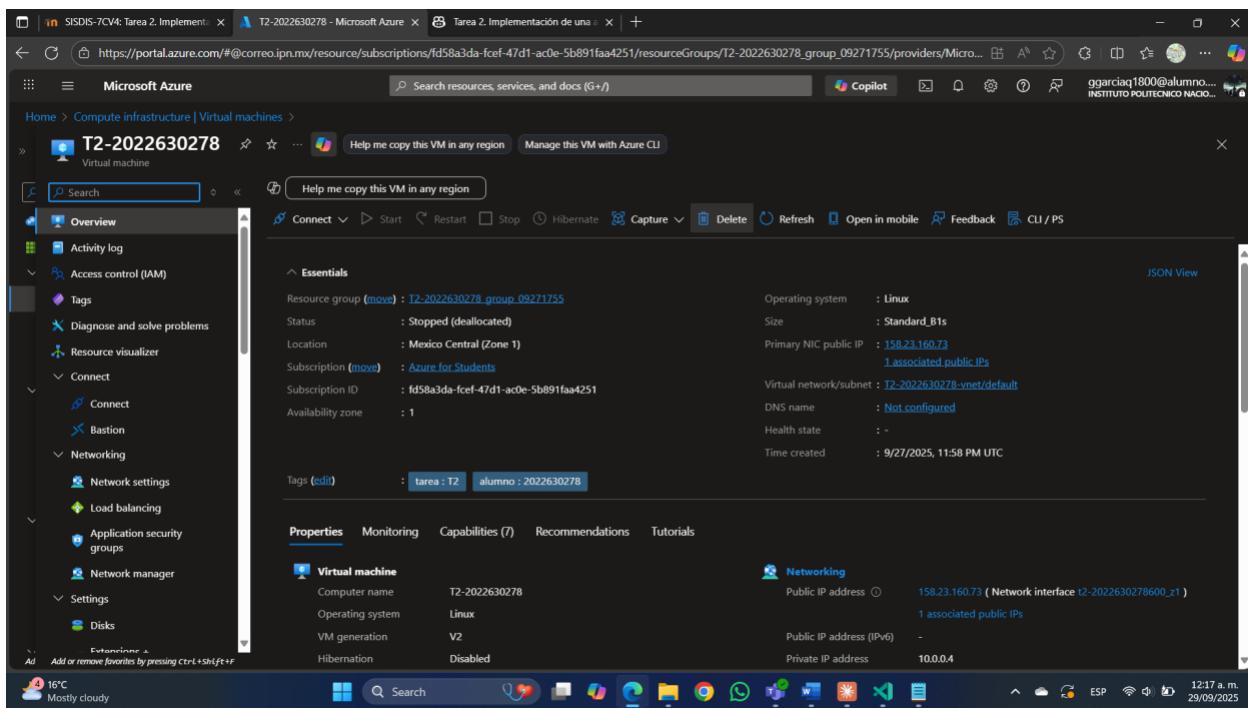
**IMAGEN 11.11: Captura de la página principal de la VM T2-2022630278**

## 9.2.2 Inicio del proceso de eliminación

Se inició el proceso de eliminación:

**Pasos:**

1. Clic en "Eliminar" en la barra superior
2. Se abrió un panel lateral con opciones de eliminación



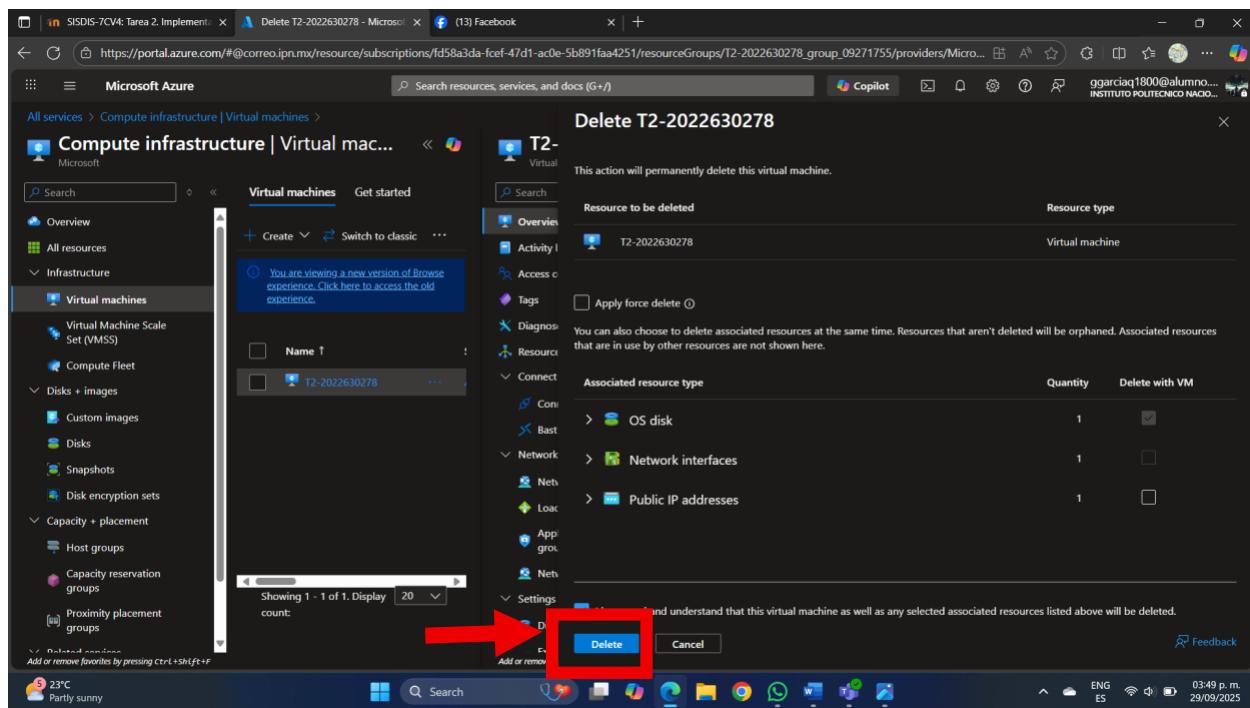
**IMAGEN 11.12: Captura del botón "Eliminar" en la barra de herramientas**

### 9.2.3 Selección de recursos a eliminar

En el panel de eliminación, se seleccionaron los recursos asociados:

#### Recursos marcados para eliminar:

- Máquina virtual
- Discos (OS disk y cualquier disco de datos)
- Dirección IP pública
- Grupo de seguridad de red (NSG) - (Puede conservarse si se reutilizará)



**IMAGEN 11.13: Captura del panel de eliminación mostrando los recursos seleccionados**

## 9.2.4 Confirmación de eliminación

Se confirmó la eliminación escribiendo el nombre de la VM:

### Pasos:

1. Escribir "T2-2022630278" en el campo de confirmación
2. Clic en "Eliminar"

## 10 Enlace del chat IA: GitHub Copilot

<https://github.com/copilot/share/40744096-0a60-88a7-a841-2246243a20d3>

## 11 Conclusiones

La implementación de la arquitectura de tres capas en la nube mediante Microsoft Azure se completó exitosamente, logrando los siguientes objetivos:

Se logró desplegar una arquitectura completa consistente en una capa de presentación (HTML/JavaScript), una capa de lógica de negocio (servicios REST con JAX-RS) y una capa de datos (MySQL), todas ejecutándose sobre un servidor Apache Tomcat 8.5.99 en una máquina virtual Ubuntu.

Se implementaron y probaron exitosamente dos enfoques diferentes para el consumo de servicios REST: mediante parámetros URL encoded y mediante formato JSON. Ambas implementaciones demostraron ser funcionales y permitieron ejecutar operaciones CRUD completas (alta, consulta, modificación y eliminación de usuarios), validando la correcta comunicación entre las tres capas de la arquitectura.

### **Gestión de Infraestructura Cloud:**

Se adquirió experiencia práctica en la gestión de recursos en la nube, incluyendo la creación, configuración y eliminación de máquinas virtuales, así como la generación de imágenes para reutilización futura. La creación de la imagen Ubuntu y posterior eliminación de la VM original demuestra una gestión eficiente de recursos y costos en Azure.

### **Aplicabilidad Práctica:**

La arquitectura implementada representa un modelo escalable y ampliamente utilizado en la industria del software. La separación en tres capas facilita el mantenimiento, permite la escalabilidad horizontal de cada capa de forma independiente, y promueve la reutilización de servicios mediante APIs REST estandarizadas.

Esta práctica proporcionó conocimientos fundamentales sobre sistemas distribuidos, incluyendo la configuración de servidores de aplicaciones, implementación de servicios web, gestión de bases de datos relacionales, y administración de infraestructura en la nube, habilidades esenciales para el desarrollo de aplicaciones empresariales modernas.

## 12 Referencias

- [1] The Apache Software Foundation, “Apache Tomcat 8.5 Documentation,” tomcat.apache.org. [Online]. Available: <https://tomcat.apache.org/tomcat-8.5-doc/index.html>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [2] The Apache Software Foundation, “Apache Tomcat 8.5.99 Binary Distribution,” archive.apache.org. [Online]. Available: <https://archive.apache.org/dist/tomcat/tomcat-8/v8.5.99/bin/apache-tomcat-8.5.99.zip>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [3] Maven Central Repository, “Jersey JAX-RS Implementation 2.24,” repo1.maven.org. [Online]. Available: <https://repo1.maven.org/maven2/org/glassfish/jersey/bundles/jaxrs-ri/2.24/>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [4] Maven Central Repository, “Google Gson Library 2.3.1,” repo1.maven.org. [Online]. Available: <https://repo1.maven.org/maven2/com/google/code/gson/gson/2.3.1/>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [5] Oracle Corporation, “MySQL Connector/J Developer Guide,” dev.mysql.com. [Online]. Available: <https://dev.mysql.com/doc/connector-j/en/>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [6] Oracle Corporation, “Download Connector/J,” dev.mysql.com. [Online]. Available: <https://dev.mysql.com/downloads/connector/j/>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [7] Canonical Ltd., “Ubuntu Server documentation,” ubuntu.com. [Online]. Available: <https://ubuntu.com/server/docs>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [8] OpenJDK Community, “JDK 8 Project,” openjdk.org. [Online]. Available: <https://openjdk.org/projects/jdk8/>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [9] Microsoft, “Documentación de Azure,” Microsoft Learn. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [10] Microsoft, “Documentación de Azure Virtual Machines,” Microsoft Learn. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/virtual-machines/>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [11] Oracle Corporation, “MySQL 8.0 Reference Manual,” dev.mysql.com. [Online]. Available: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/>. [Accessed: Sep. 29, 2025].
- [12] Java Community Process, “JSR 339: JavaTM API for RESTful Web Services (JAX-RS 2.0),” jcp.org. [Online]. Available: <https://jcp.org/en/jsr/detail?id=339>. [Accessed: Sep. 29, 2025].

[13] The Linux man-pages project, “CRON(8) – Linux manual page,” man7.org. [Online]. Available: <https://man7.org/linux/man-pages/man8/cron.8.html>. [Accessed: Sep. 29, 2025].

[14] The Netfilter project, “Netfilter documentation,” netfilter.org. [Online]. Available: <https://www.netfilter.org/documentation/>. [Accessed: Sep. 29, 2025].