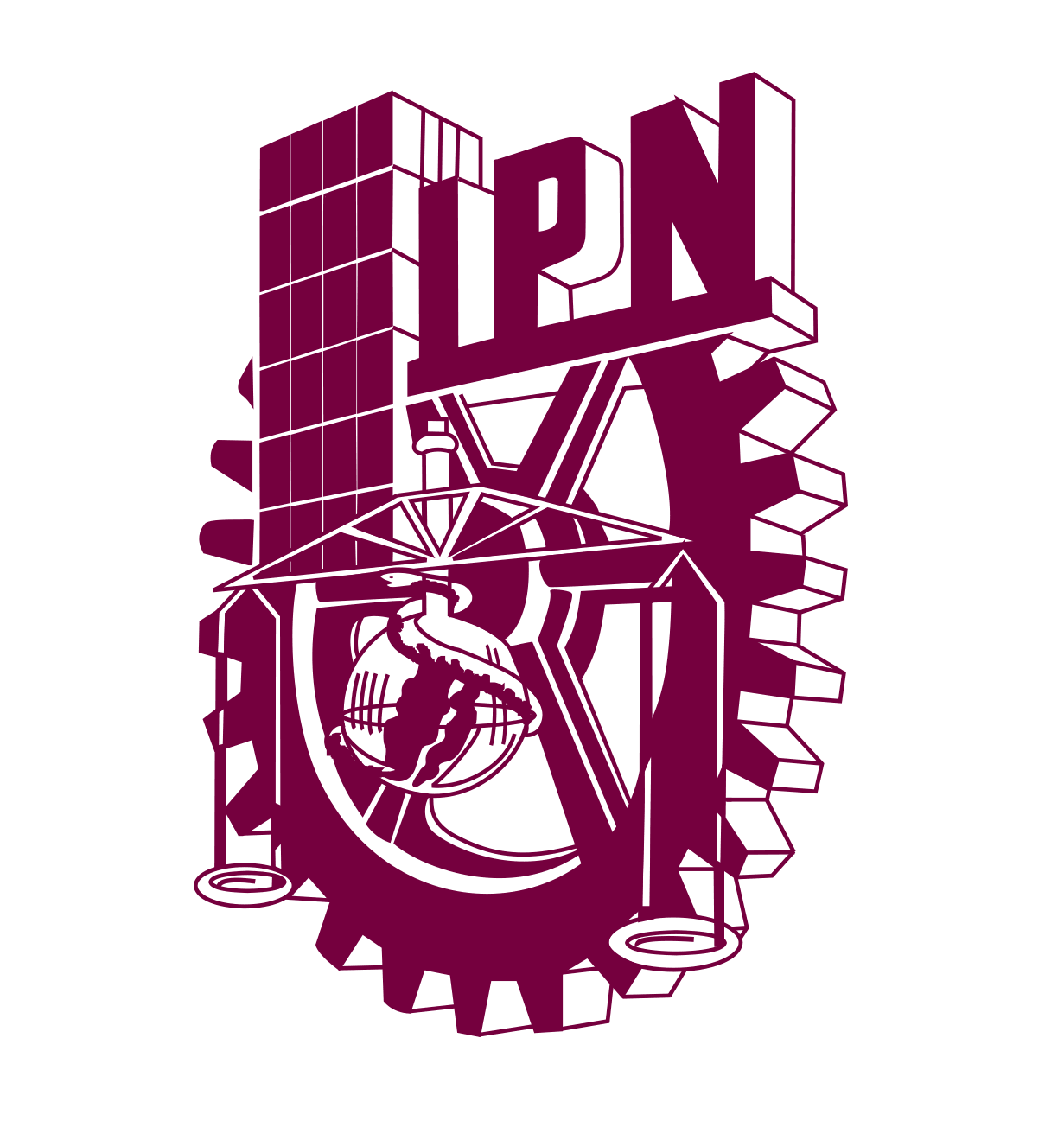
**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE COMPUTO**

**SISTEMAS DISTRIBUIDOS**

**Tarea 2. Implementación de una arquitectura de tres capas en la nube**

**7CV2**

**Ingeniería en Sistemas Computacionales**

**PROFESOR:**  **Pineda Guerrero Carlos**

**ALUMNO: Dominguez Olvera Leonardo Daniel**

**BOLETA: 2022630452**

**FECHA DE ENTREGA: 18 de marzo 2025**

Tabla de contenido

[INTRODUCCIÓN 3](#_Toc193042959)

[DESARROLLO 4](#_Toc193042960)

[Instalación de Tomcat con soporte REST. 4](#_Toc193042961)

[**1. Crear una máquina virtual con Ubuntu con al menos 1GB de memoria RAM. Abrir los puertos 80 y 8080 para el protocolo TCP.** 4](#_Toc193042962)

[CONCLUSIÓN 5](#_Toc193042963)

# INTRODUCCIÓN

# DESARROLLO

En esta tarea se va a implementar una arquitectura de tres capas en la nube, consistente en una aplicación SPA (*Single Page Application*), un servicio web REST para Tomcat y el DBMS MySQL.

Primeramente, se instalará Tomcat y la biblioteca para el soporte de servicios web REST (JAX-RS).

**Nota.**Se deberá descargar de la plataforma Moodle los cinco archivos que aparecen al final. Estos archivos se deberán copiar a la máquina virtual.

## **Instalación de Tomcat con soporte REST.**

### **Crear una máquina virtual con Ubuntu con al menos 1GB de memoria RAM. Abrir los puertos 80 y 8080 para el protocolo TCP.**

El nombre de la máquina virtual **deberá** iniciar con "T2-" y el número de boleta del alumno o alumna, si el número de boleta es 12345678, entonces la máquina virtual deberá llamarse: T2-12345678.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Puertos 80 y 8080

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Instalar JDK8 ejecutando los siguientes comandos en la máquina virtual:**

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

sudo apt update

Una captura de pantalla de una computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

sudo apt install openjdk-8-jdk-headless

Texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Descargar la distribución binaria de Tomcat 8 (apache-tomcat-8.5.99.zip) de la siguiente URL:**

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

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Carpeta 8.5.59

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Carpeta bin

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

apache-tomcat-8.5.99.zip

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Copiar a la máquina virtual el archivo ZIP descargado anteriormente y desempacarlo utilizando el comando unzip.**

Copiare el archivo utilizando sftp y el comando put con la dirección del archivo zip

Captura de pantalla de un celular

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Para el desempaquetado

Texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Eliminar el directorio webapps el cual se encuentra dentro del directorio de Tomcat. Crear un nuevo directorio webapps y dentro de éste crear el directorio ROOT.**

**NOTA DE SEGURIDAD: Lo anterior se recomienda debido a que se han detectado vulnerabilidades en algunas aplicaciones que vienen con Tomcat, estas aplicaciones se encuentran originalmente instaladas en los directorios webapps y webapps/ROOT.**

Eliminacion de webapps

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Creación nuevo directorio

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Descargar la biblioteca "Jersey" de la siguiente URL. Jersey es una implementación de JAX-RS la cual permite ejecutar servicios web estilo REST sobre Tomcat:**

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

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Copiar a la máquina virtual el archivo descargado anteriormente, desempacarlo y copiar todos los archivos con extensión “.jar” los cuales se encuentran en los directorios desempacados, al directorio "lib" de Tomcat.**

Texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Ahora se copiarán todos los archivos .jar

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Chat o mensaje de texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Borrar el archivo javax.servlet-api-3.0.1.jar del directorio "lib" de Tomcat (esto debe hacerse ya que existe una incompatibilidad entre Tomcat y Jersey).**

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Descargar el archivo gson-2.3.1.jar de la URL:**

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

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Copiar el archivo gson-2.3.1.jar al directorio "lib" de Tomcat.**

Texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Ahora vamos a instalar el driver de JDBC para MySQL. Ingresar a la siguiente URL:**

<https://dev.mysql.com/downloads/connector/j/>

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación, Sitio web

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Seleccionar “Platform independent" y descargar el archivo ZIP.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

### **Copiar el archivo descargado a la máquina virtual, desempacarlo y copiar el archivo mysql-connector...jar al directorio "lib" de Tomcat.**

Texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Texto

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

Captura de pantalla de computadora

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

## **Iniciar/detener el servidor Tomcat**

### **1. Para iniciar el servidor Tomcat es necesario definir las siguientes variables de entorno:**

export CATALINA\_HOME=*aquí va la ruta absoluta del directorio de Tomcat 8*

export JAVA\_HOME=*aquí va la ruta absoluta del directorio donde está el directorio bin que contiene el programa java*

Nota. Si se instaló openjdk-8-jdk-headless entonces JAVA\_HOME=/usr

### **2. Iniciar la ejecución de Tomcat:**

sh $CATALINA\_HOME/bin/catalina.sh start

### **3. Para detener Tomcat se deberá ejecutar el siguiente comando:**

sh $CATALINA\_HOME/bin/catalina.sh stop

Notar que Tomcat se debe ejecutar sin permisos de administrador (no usar "sudo"), lo cual es muy importante para prevenir que algún atacante pueda entrar a nuestro sistema con permisos de super-usuario.

## **Instalación de MySQL**

### **1. Actualizar los paquetes en la máquina virtual ejecutando el siguiente comando:**

sudo apt update

### **2. Instalar el paquete default de MySQL:**

sudo apt install mysql-server

### **3. Ejecutar el script de seguridad:**

sudo mysql\_secure\_installation

Press y|Y for Yes, any other key for No: **N**  
Remove anonymous users? (Press y|Y for Yes, any other key for No) : **Y**  
Disallow root login remotely? (Press y|Y for Yes, any other key for No) : **Y**  
Remove test database and access to it? (Press y|Y for Yes, any other key for No) : **Y**  
Reload privilege tables now? (Press y|Y for Yes, any other key for No) : **Y**

### **4. Ejecutar el monitor de MySQL:**

sudo mysql

### **5. Ejecutar el siguiente comando SQL para modificar la contraseña de root:**

ALTER USER 'root'@'localhost' IDENTIFIED WITH mysql\_native\_password BY '*aquí-va-la-contraseña-de-root-de-mysql*';

### **6. Actualizar los privilegios:**

FLUSH PRIVILEGES;

### **7. Ejecutar el siguiente comando para salir del monitor de MySQL:**

quit

## **Crear un usuario en MySQL**

### **1. Ejecutar el monitor de MySQL:**

mysql -u root -p

### **2. Crear un usuario, por ejemplo "hugo":**

create user hugo@localhost identified by '*aquí-va-la-contraseña-del-usuario-hugo*';

### **3. Otorgar todos los permisos al usuario "hugo" sobre la base de datos "servicio\_web":**

grant all on servicio\_web.\* to hugo@localhost;

### **4. Ejecutar el siguiente comando para salir del monitor de MySQL:**

quit

**Nota.**Para crear el usuario "hugo" el cual accederá fuera de localhost (p.e. cuando MySQL es PaaS):

create user hugo identified by '*aquí-va-la-contraseña-del-usuario-hugo*';  
grant all on servicio\_web.\* to hugo;

## **Crear la base de datos**

### **1. Ejecutar el monitor de MySQL (notar que ahora se utiliza el usuario "hugo"):**

mysql -u hugo -p

### **2. Crear la base de datos "servicio\_web":**

create database servicio\_web;

### **3. Conectar a la base de datos creada anteriormente:**

use servicio\_web;

### **4. Crear las tablas "usuarios" y "fotos\_usuarios", así mismo, se crea una regla de integridad referencial y un índice único:**

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);

5. Salir del monitor de MySQL:

quit

Editar el archivo "context.xml" que está en el directorio "META-INF" (este directorio se crea al desempacar el archivo Servicio.zip, el cual se descarga de la plataforma) y definir el username de la base de datos y el password correspondiente (el usuario que fue creado en el paso 2 de la sección **Crear un usuario en MySQL**).

## **Publicar el cliente en Tomcat**

### **1. Copiar el archivo usuario\_sin\_foto.png al subdirectorio webapps/ROOT de Tomcat.**

**Nota**. Todos los archivos que se encuentran en el directorio webapps/ROOT de Tomcat son accesibles públicamente.

Para probar que Tomcat esté en línea y el puerto 8080 esté abierto, ingresar la siguiente URL en un navegador:

http://*ip-de-la-máquina-virtual*:8080/[usuario\_sin\_foto.png](https://m4gm.com/moodle/mod/resource/view.php?id=2011)

### **2. Copiar el archivo WSClient.js al directorio webapps/ROOT de Tomcat.**

### **3. Copiar los archivos**[**prueba\_json.html**](https://m4gm.com/moodle/mod/resource/view.php?id=2009)**y**[**prueba\_url.html**](https://m4gm.com/moodle/mod/resource/view.php?id=2008)**al directorio webapps/ROOT de Tomcat.**

## **Compilar, empacar y desplegar el servicio web (versión URL)**

### **1. Descargar de la plataforma y desempacar el archivo Servicio.zip**

### **2. Definir la variable de ambiente CATALINA\_HOME:**

export CATALINA\_HOME=*aquí va la ruta completa del directorio de Tomcat 8*

### **3. Cambiar al directorio donde se encuentran los directorios "servicio\_url" y "servicio\_json".**

### **4. Compilar el servicio web:**

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

### **5. Crear el archivo Servicio.war:**

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

### **6. Para remover (undeploy) y desplegar (deploy) el servicio web, se deberá eliminar el archivo Servicio.war y el directorio Servicio (en este orden), y luego copiar el archivo Servicio.war al directorio webapps de Tomcat:**

rm -rf $CATALINA\_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA\_HOME/webapps/Servicio  
cp Servicio.war $CATALINA\_HOME/webapps/.

Notar que Tomcat desempaca automáticamente los archivos con extensión .war que se encuentran en el directorio webapps de Tomcat.

Cada vez que se modifique el archivo Servicio.java se deberá compilar, generar el archivo Servicio.war, borrar el archivo Servicio.war y el directorio Servicio del directorio webapps de Tomcat, y copiar nuevamente el archivo Servicio.war al directorio webapps de Tomcat.

### **7. Utilizando un teléfono inteligente o una tableta, ingresar la siguiente URL en un navegador:**

http://*ip-de-la-máquina-virtual*:8080/[prueba\_url.html](https://m4gm.com/moodle/mod/resource/view.php?id=2008)

## **Probar el servicio web utilizando el cliente HTML-Javascript**

### **1. Utilizando un teléfono inteligente o una tableta, ingresar la siguiente URL en un navegador:**

http://*ip-de-la-máquina-virtual*:8080/[prueba\_url.html](https://m4gm.com/moodle/mod/resource/view.php?id=2008)

### **2. Dar clic en el botón “Alta usuario” para dar de alta un nuevo usuario. Capturar los campos y dar clic en el botón “Alta”, no ingresar datos personales.**

### **3. Intentar dar de alta otro usuario con el mismo email (se deberá mostrar una ventana de error indicando que el email ya existe).**

**4. Dar clic en el botón “Consulta usuario” para consultar el usuario dado de alta en el paso** 2.  Capturar el email y dar clic en el botón “Consulta”.

### **5. Modificar algún dato del usuario y dar clic en el botón “Modifica”.**

### **6. Recargar la página actual y consultar el usuario modificado, para verificar que la modificación se realizó.**

### **7. Dar clic en el botón “Borra usuario” para borrar el usuario. Capturar el email del usuario borrado y dar clic en el botón “Consulta”.**

## **Compilar, empacar y desplegar el servicio web (versión JSON)**

Anteriormente se implementó el servicio web que recibe los parámetros "URL encoded", ahora se implementará y probará la versión del servicio web que recibe los parámetros como JSON.

### **1. Remover (undeploy) el servicio web anterior.**

### **2. Cambiar al directorio donde se encuentran los directorios "servicio\_url" y "servicio\_json".**

### **3. Compilar la clase Servicio.java:**

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

### **4. Ejecutar los siguientes comandos para crear el servicio web para Tomcat (notar que los servicios web para Tomcat son archivos JAR con la extensión .war):**

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

### **5. Para remover (undeploy) y desplegar (deploy) el servicio web, se deberá eliminar el archivo Servicio.war y el directorio Servicio (en este orden), y luego copiar el archivo Servicio.war al directorio webapps de Tomcat:**

rm -rf $CATALINA\_HOME/webapps/Servicio.war $CATALINA\_HOME/webapps/Servicio  
cp Servicio.war $CATALINA\_HOME/webapps/.

## **Probar el servicio web utilizando el cliente JSON**

### **1. Utilizando un teléfono inteligente o una tableta, ingresar la siguiente URL en un navegador:**

http://*ip-de-la-máquina-virtual*:8080/[prueba\_json.html](https://m4gm.com/moodle/mod/resource/view.php?id=2009)

### **2. Dar clic en el botón “Alta usuario” para dar de alta un nuevo usuario. Capturar los campos y dar clic en el botón “Alta”, no ingresar datos personales.**

### **3. Intentar dar de alta otro usuario con el mismo email (se deberá mostrar una ventana de error indicando que el email ya existe).**

**4. Dar clic en el botón “Consulta usuario” para consultar el usuario dado de alta en el paso** 2.  Capturar el email y dar clic en el botón “Consulta”.

### **5. Modificar algún dato del usuario y dar clic en el botón “Modifica”.**

### **6. Recargar la página actual y consultar el usuario modificado, para verificar que la modificación se realizó.**

### **7. Dar clic en el botón “Borra usuario” para borrar el usuario. Capturar el email del usuario borrado y dar clic en el botón “Consulta”.**

## **Iniciar Tomcat cuando encienda la máquina virtual**

Para que Tomcat inicie automáticamente cuando encienda la máquina virtual:

### **1. Crear el archivo /etc/rc.local ejecutando el siguiente comando:**

sudo vi /etc/rc.local

### **2. Agregar al archivo lo siguiente:**

#!/bin/bash  
iptables -t nat -A OUTPUT -o lo -p tcp --dport 80 -j REDIRECT --to-port 8080  
runuser -l ubuntu -c 'export JAVA\_HOME=/usr;export CATALINA\_HOME=/home/ubuntu/apache-tomcat-8.5.63;sh $CATALINA\_HOME/bin/catalina.sh start'  
exit 0

En este caso:

* ubuntu es un usuario (sin permisos de administrador); reemplazar este usuario con el nombre del usuario definido cuando se creó la máquina virtual.
* /home/ubuntu/apache-tomcat-8.5.63 es la ruta absoluta del directorio donde se encuentra Tomcat, reemplazar esta ruta por la ruta donde se encuentra Tomcat (la ruta que se utilizó para definir la variable de entorno CATALINA\_HOME).
* /usr es la ruta absoluta donde se encuentra el JDK8.

### **3. Guardar el archivo.**

### **4. Ejecutar el siguiente comando para hacer ejecutable el archivo /etc/rc.local:**

sudo chmod +x /etc/rc.local

Ahora cada vez que encienda la máquina virtual iniciará automáticamente Tomcat.

## **Crear una imagen de la máquina virtual**

Crear una imagen de la máquina virtual conservando el usuario y posteriormente eliminar la máquina virtual y los recursos asociados. La imagen se utilizará para realizar otras tareas.

# CONCLUSIÓN