Universidad de Buenos Aires

Facultades de Ciencias Económicas, Ciencias Exactas y Naturales e Ingeniería

Maestría en Seguridad Informática

Tesis de Maestría

Título de la Tesis: Despliegue Preventivo de servicios web en contenedores docker basado en SecDevOps

Autor: Lic. Hurson Azuaga

Tutor: Ing. Juan Alejandro Devincenzi

Cohorte 2019

Declaración Jurada de origen de los contenidos

Por medio de la presente, el autor manifiesta conocer y aceptar el Reglamento de Tesis vigente y que se hace responsable que la totalidad de los contenidos del presente documento son originales y de su creación exclusiva, o bien pertenecen a terceros u otras fuentes, que han sido adecuadamente referenciados y cuya inclusión no infringe la legislación Nacional e Internacional de Propiedad Intelectual.

FIRMADO

Nombres y Apellidos: Hurson Daniel Azuaga Orrego.

Número de Documento: 95836734.

Resumen

La CI/CD es un método para distribuir aplicaciones mediante la automatización en las etapas del desarrollo de aplicaciones; esto se consigue por medio de la integración de varias soluciones orquestado por un servidor de automatización.

El objetivo del siguiente trabajo es presentar un esquema de actualización continua para servicios web Spring Boot en contenedores docker como un componente más dentro de una CI; de forma a mitigar los problemas de seguridad dado por los componentes obsoletos que puedan existir.

El aporte de este trabajo consiste en integrar en un pipeline la tarea de pruebas de actualización dentro de una CI; de manera que al implementar un nuevo servicio web Spring Boot en un contenedor docker se implemente con una plataforma actualizada y probada. Para ello se expondrán una serie de herramientas ejecutadas por medios de pipelines en Jenkins.

Palabras Claves

Seguridad, Integración, Actualización, Vulnerabilidad.

Tabla de contenido

Lista de Figuras

Agradecimientos

El desarrollo de esta tesis requirió bastante esfuerzo y muchísima dedicación, es por eso que agradezco inmensamente a mi familia mis hermanos, Marco Antonio Azuaga Orrego, Francisco Javier Azuaga Orrego y Sandra Raquel Azuaga Orrego, muy en especial a mi padre Hurson Azuaga Rios y mi madre Elena Juliana Orrego de Azuaga (+) que siempre me empujaron por el camino de la educación y me inculcaron valores que me sirven hasta hoy en dia en la vida.

A mi esposa Karina Del Rocio por estar a mi lado apoyándome a seguir adelante a pesar de las dificultades presentadas y brindarme apoyo emocional durante todos mis estudios de maestría. A mis amigos en especial a Carlos Aranda por ayudarme en los problemas personales cuando cursaba la maestría, al Prof Ing Hugo Pagola por orientarme en el ámbito profesional y darme la oportunidad de trabajar en el rubro de la seguridad.

A mi Director de Tesis Ing. Juan Alejandro Devincenzi, por aceptar ser mi tutor, estar pendiente de todas mis consultas, por confiar en mi trabajo, gracias por su orientación, su paciencia y motivación durante todo el desarrollo de esta tesis.

Nómina de Abreviaturas

Las siguientes definiciones corresponden al significado de las siglas presentadas en el trabajo traducidas al español:

CD: Despliegue Continuo.

CI: Integración Continua.

QA: Aseguramiento de la calidad.

VM: Máquina Virtual.

CVE: Vulnerabilidades y exposiciones comunes.

SO: Sistema Operativo.

Introducción

Los contenedores docker que soportan los servicios desarrollados deben ser actualizados con frecuencia, actualmente uno de los ataques más comunes hacia los contenedores se debe a las fallas encontradas en las imágenes de los SO por librerías desactualizadas. En este contexto se enmarca la investigación de este trabajo que tiene como meta proporcionar una solución a través de la integración de una tarea de actualización dentro del pipeline de pruebas en Jenkins como una prueba más dentro de una CI.

Este trabajo está dirigido para un servicio web desarrollado en el framework Spring Boot, si bien existe un conjunto de herramientas de desarrollo variadas se tomó Spring Boot debido a la facilidad que brinda la implementación de una aplicación web ya que integra un servidor web incorporado el cual a través de maven “un compilador de código abierto” puede ser empaquetado en un “jar” junto con la aplicación desarrollada, esto facilita el despliegue del servicio en un contenedor Docker.

El objetivo de esta tarea de actualización en el pipeline es la de verificar si el SO de la imagen sobre la que es desplegada el servicio no posee vulnerabilidades y que el servicio web desarrollado en el framework Spring Boot funciona de manera correcta en la versión latest del SO utilizando diferentes herramientas de pruebas funcionales y de seguridad para el despliegue automático y actualizado.

La hipótesis en la que se inscribe este trabajo y que se intentará verificar a lo largo del mismo es. “Se puede integrar pruebas de actualización sobre las imágenes de los SO utilizando las herramientas de Jmeter, Lightning y Trivy para servicios web Spring boot desplegados dentro de contenedores Docker, integrando al equipo de seguridad, QA y operaciones”.

Con esta idea el trabajo proporciona una solución en la actualización de la infraestructura de contenedores Docker que exponen servicios web Spring Boot como parte de un flujo de una CI, la tarea de pruebas de actualización se agrega como un componente más detrás de la tarea de pruebas de seguridad y antes de la tarea de despliegue. Para este trabajo se tomó en cuenta la construcción de la tarea de actualización dentro del

pipeline que es la solución propuesta, dado que la integración de este esta tarea se ejecuta dentro de un entorno de varias etapas se propone utilizar la metodología “Top-Down” de acuerdo a las herramientas utilizadas y el objetivo detrás de cada uno de ellos.

1. Diseño y arquitectura de la seguridad en un ambiente CI/CD

En el caso de la CI/CD existen diversas configuraciones de ambiente de acuerdo a la necesidad de la organización, por lo general se busca tener un ambiente orientado exclusivamente a las pruebas y otro ambiente orientado a producción, para el caso de Jenkins que es un servidor de automatización que posee integraciones automáticas con repositorios como GitHub o Bitbucket es más sencillo enlazar los datos y procesos por medio de repositorios.

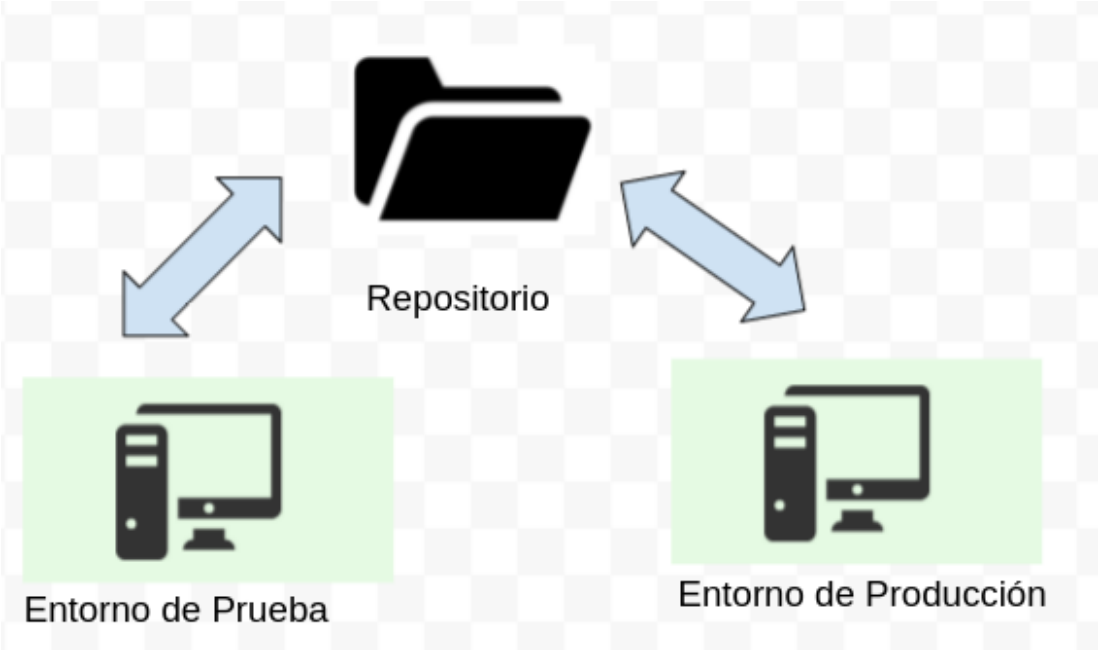


Figura 1. Entornos de una CI/CD.

1.1 Entorno de Pruebas

En un entorno de pruebas se tiene un repositorio orientado al ambiente de pruebas el cual Jenkins ejecuta una acción en respuesta a algún cambio, el entorno de prueba trabaja con datos aislados clonados del ambiente de producción de forma a emular el entorno productivo.

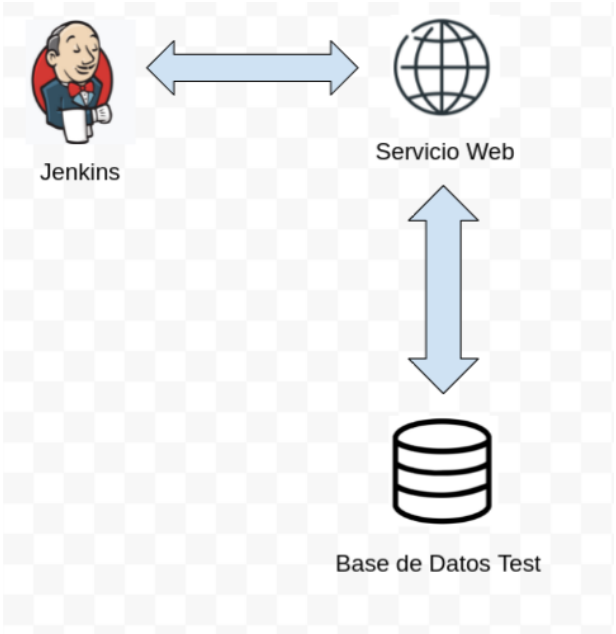


Figura 2. El Entorno de Pruebas y los datos.

1.2 Entorno de Producción

En caso de que se quiera aplicar alguna prueba dentro del ambiente de producción estas deben ser realizadas con mucho cuidado y análisis de forma a que en caso de algún cambio los datos sean reversados a la versión de producción una vez finalizadas las pruebas, se recomienda no realizar pruebas a no ser que sean pruebas unitarias a través de emulaciones sin conexiones a la base de datos.

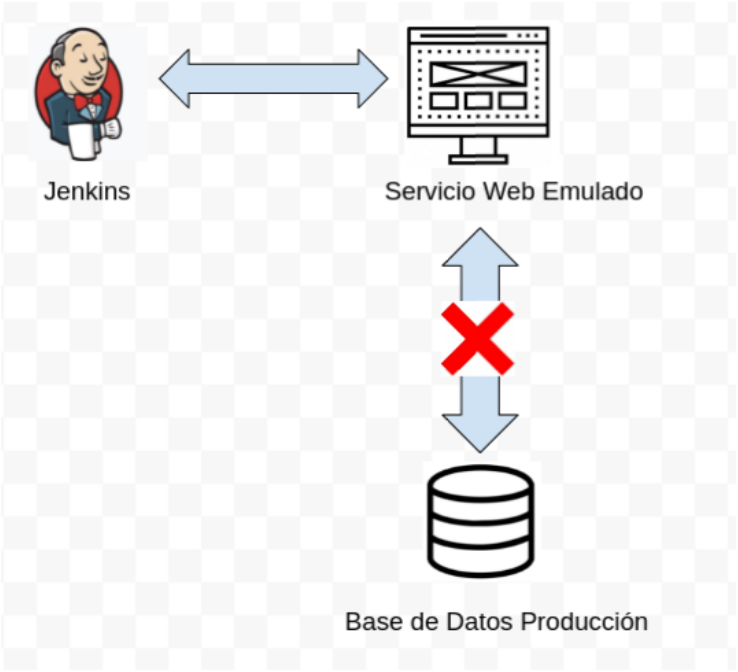


Figura 3. El Entorno de Producción y los datos.

1.3 Entorno de Prueba con Jenkins

Las pruebas de actualización se llevan a cabo en el entorno de pruebas ejecutado previo al entorno de producción.

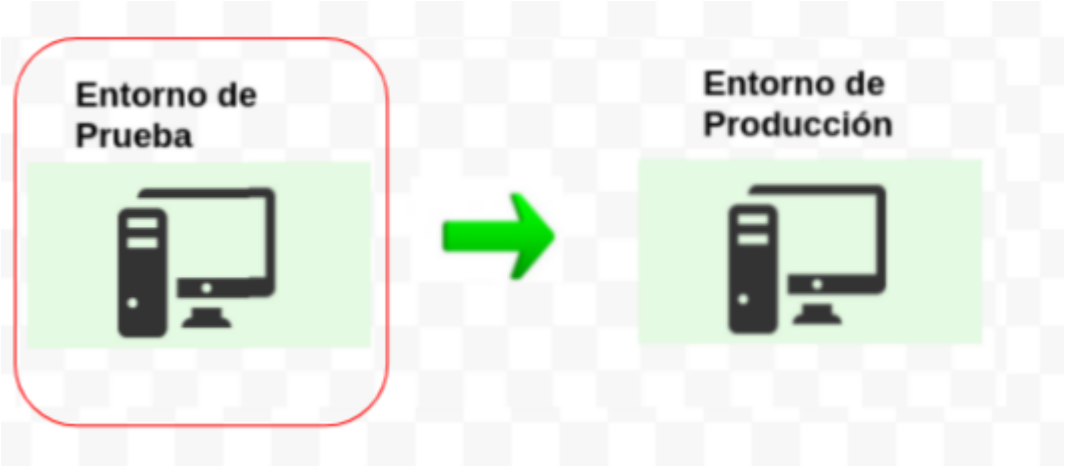


Figura 4. Entorno de Pruebas.

El entorno de prueba está basado en un pipeline de Jenkins. Un pipeline de Jenkins permite asociar varios trabajos y ejecutarlos en la secuencia que mejor nos convenga, permite aclarar las etapas y los procesos de entrega del software de forma a que se pueda verificar su funcionamiento, evitar errores y obtener una visibilidad de los cambios a través del flujo.

El siguiente pipeline se encuentra en el entorno de pruebas, para este trabajo nos centraremos en la tarea CI_PruebasActualizacion.

Figura 5. Pipeline DevOps [8].

El entorno de pruebas se utiliza exclusivamente para las pruebas de actualización, las pruebas funcionales, las pruebas de seguridad y las pruebas de calidad.

2. Diseño y arquitectura del pipeline en la tarea CI_PruebasActualizacion.

La tarea CI_PruebasActualizacion tiene dos partes, una que realiza la prueba funcional de la aplicación y otra que realiza una prueba de seguridad sobre los contenedores Docker.

La tarea despliega en primer lugar 2 contenedores Docker con el servicio Empleado, un contenedor en la versión de producción y otro contenedor en la versión latest.

Para las pruebas funcionales se realiza una prueba de estrés sobre ambos servicios desplegados, en caso de algún error se detiene el pipeline.

Las pruebas de seguridad se realizan a través de un análisis de vulnerabilidades sobre el contenedor, cabe destacar que el pipeline se detendrá sólo en caso de una vulnerabilidad con severidad crítica en el contenedor de la versión latest.

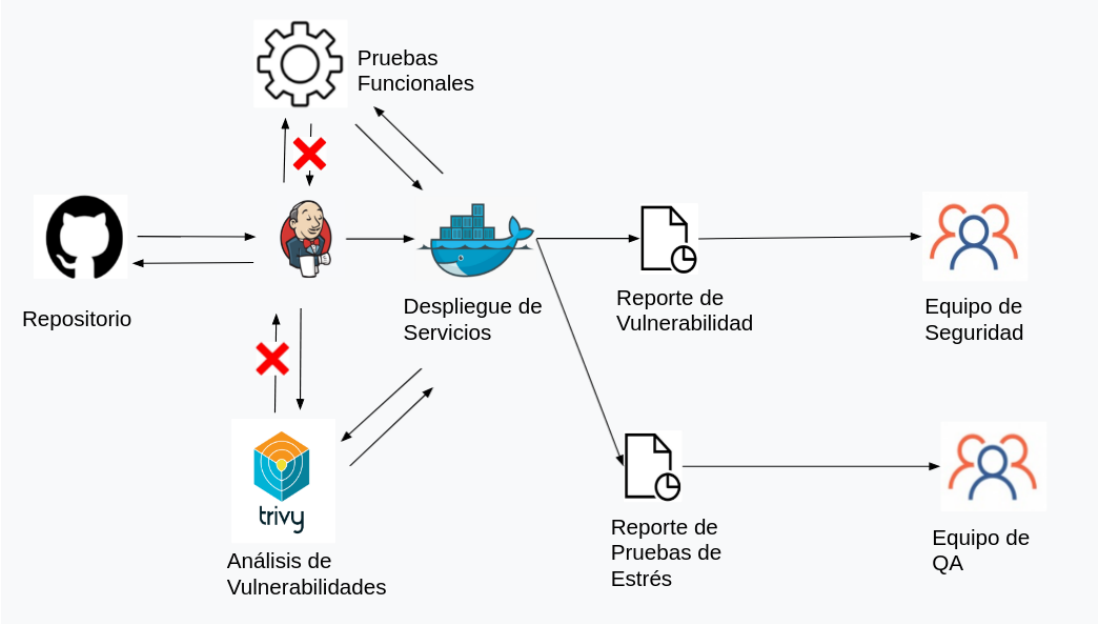


Figura 6. Diseño del pipeline de Actualización.

El resultado de este esta tarea dentro del pipeline es un reporte de vulnerabilidades para el equipo de seguridad y un reporte de pruebas de estrés al Equipo de QA, de forma a que en caso de una anomalía en el entorno de pruebas o producción se pueda tener un trazabilidad de las pruebas que fueron aplicadas al desarrollo web.

3. Pruebas de actualización en la organización.

Para lograr realizar las pruebas de actualización es necesario integrar a los equipos de Seguridad, QA y Operaciones de forma a que trabajen de manera coordinada, cada equipo debe realizar una tarea específica de acuerdo a su responsabilidad.

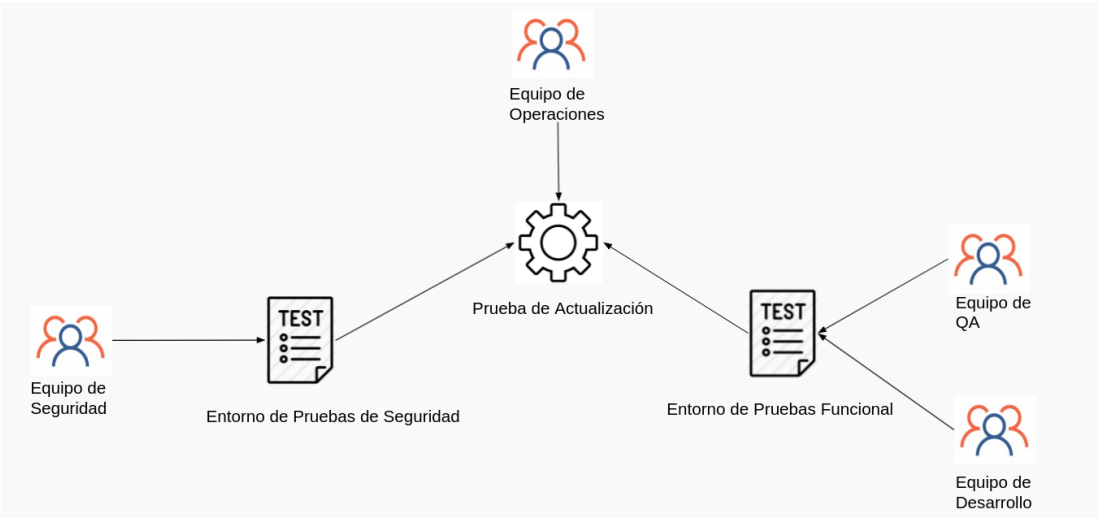


Figura 7. Esquema de Pruebas Seguridad, QA, Operaciones y Desarrollo.

El área de Desarrollo es el encargado de construir el servicio y brindar al área de QA las peticiones y respuestas necesarias para la ejecución de la aplicación, el área de QA procesa estas peticiones y genera un entorno de prueba en base al servicio desarrollado.

El equipo de seguridad se encarga de seleccionar las herramientas y establece un criterio de aceptación mínima para la implementación segura del sistema por medio de pruebas de seguridad, el área de Operaciones se encarga de implementar las soluciones propuestas dentro de la CI.

3.1 Pruebas de actualización y Desarrollo

Las pruebas de actualización están orientadas a servicios web basados en la plataforma Spring Boot y desplegados en contenedores Docker, es por ello que se toma como base para las pruebas de actualización un servicio web que permite interactuar con los datos del empleado de una organización ficticia.

El servicio Empleado será desarrollado sobre la plataforma JAVA con el JDK en su versión 11.0.11 y como entorno de desarrollo se utilizara la herramienta Apache Netbeans IDE 12.3 todo sobre un SO Linux Ubuntu 20.04.2 LTS.

JAVA: Lenguaje de programación orientado a objetos para desarrollo de aplicaciones.

Apache Netbeans: NetBeans es un entorno de desarrollo integrado libre hecho principalmente para el lenguaje de programación Java.

Linux Ubuntu: Ubuntu es un sistema operativo de software libre y código abierto. Es una distribución de Linux basada en Debian.

Como primer paso debemos instalar el JDK Java para ello lo descargamos desde su página oficial [2].

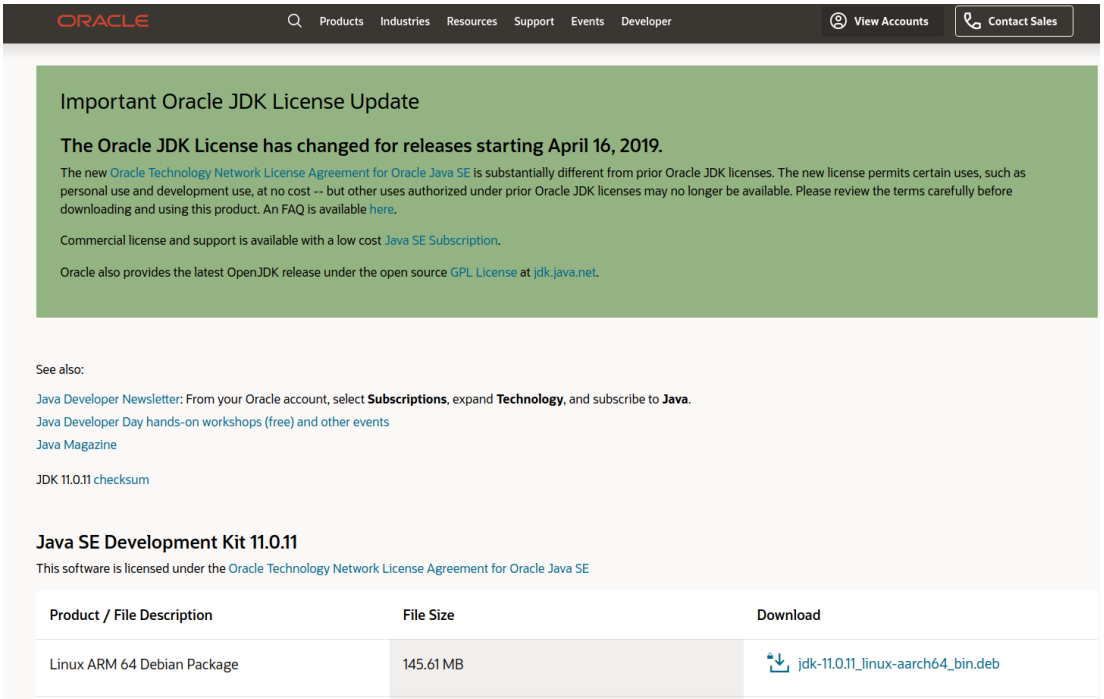


Figura 8 Página de descarga JAVA JDK 11.

Como en este caso el SO es un Ubuntu descargamos la versión basada en Debian y lo instalamos, en este caso el paquete posee un wizard que nos facilita la instalación.

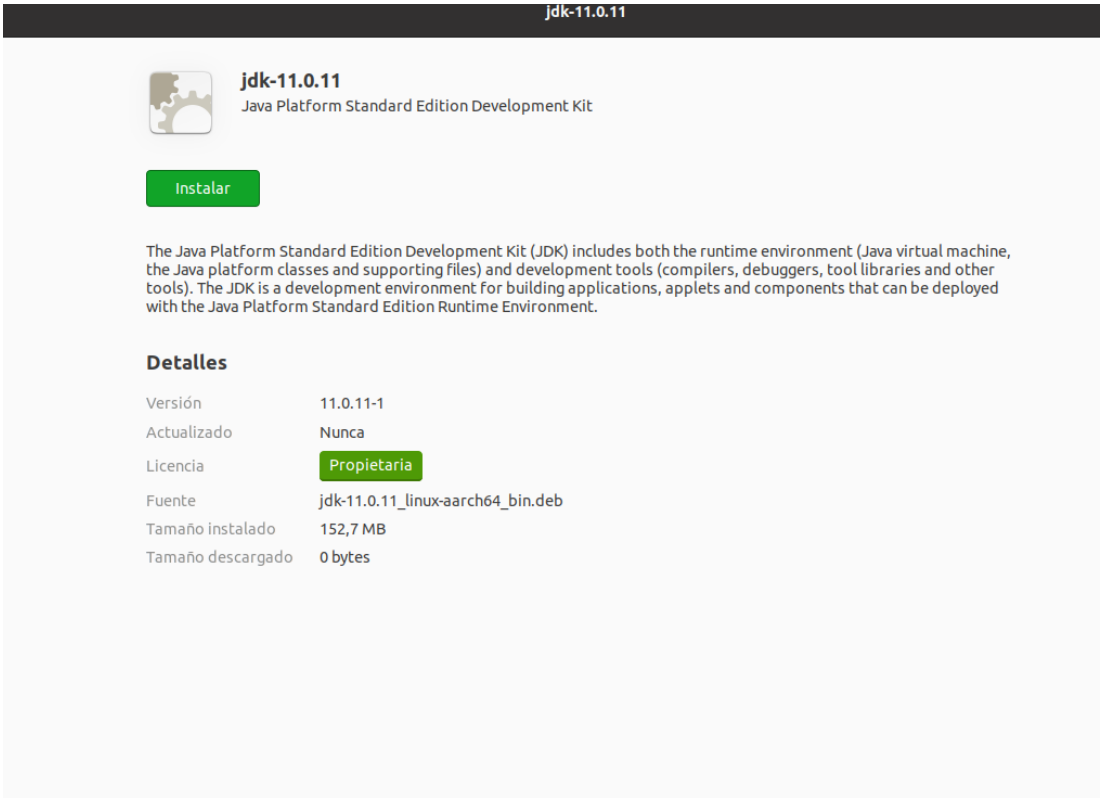


Figura 9 Wizard de instalación JDK 11.0.11.

Una vez instalado la plataforma JDK nos dirigimos a instalar el NetBeans desde su página oficial [3].

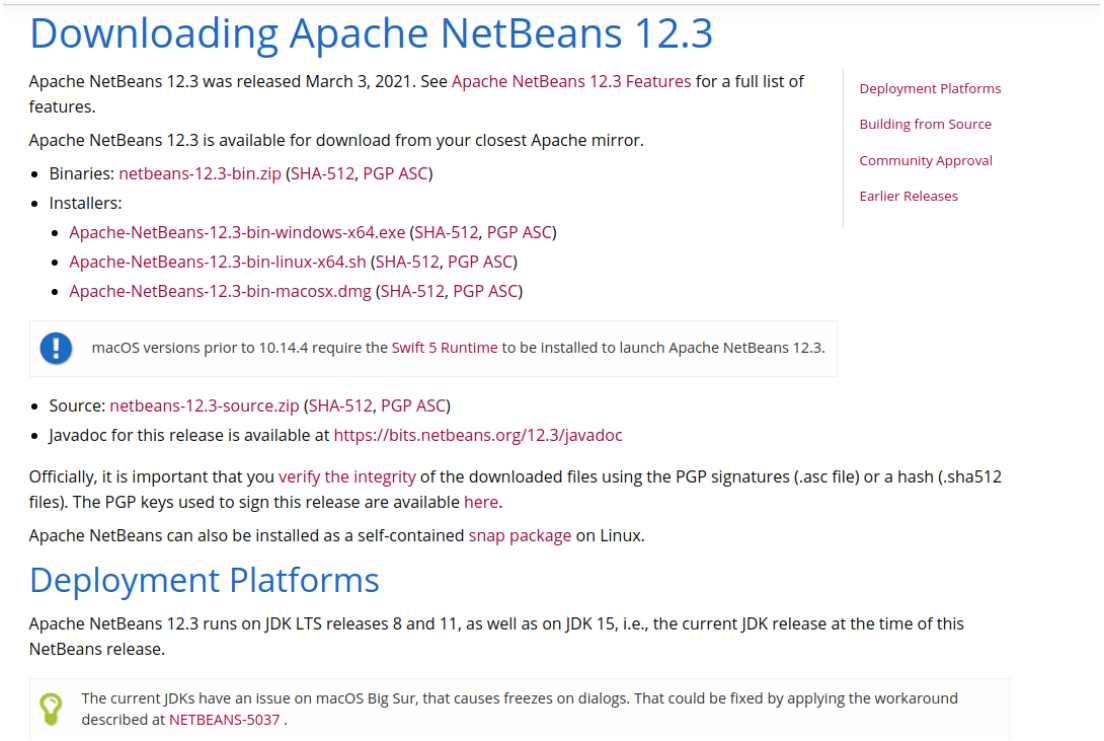


Figura 10 Página de descarga Apache Netbeans 12.3.

Se selecciona el archivo para la descarga de acuerdo a nuestro SO, en este caso como trabajamos con Ubuntu descargamos la versión para Linux.

Figura 11 Archivo de instalación Apache NetBeans 12.3.

Se descarga un fichero con extensión sh el cual ejecutamos en nuestra máquina para iniciar la instalación.

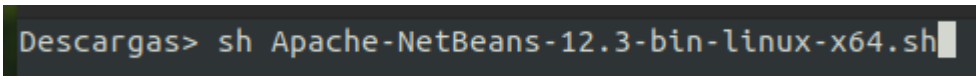


Figura 12 Comando sh para instalación de Apache NetBeans 12.3.

Se crea el proyecto web para el servicio Empleado utilizando el Framework Spring Boot, este framework ofrece una página donde se puede personalizar la configuración para luego descargarlo y abrirlo en nuestro entorno de desarrollo [4].

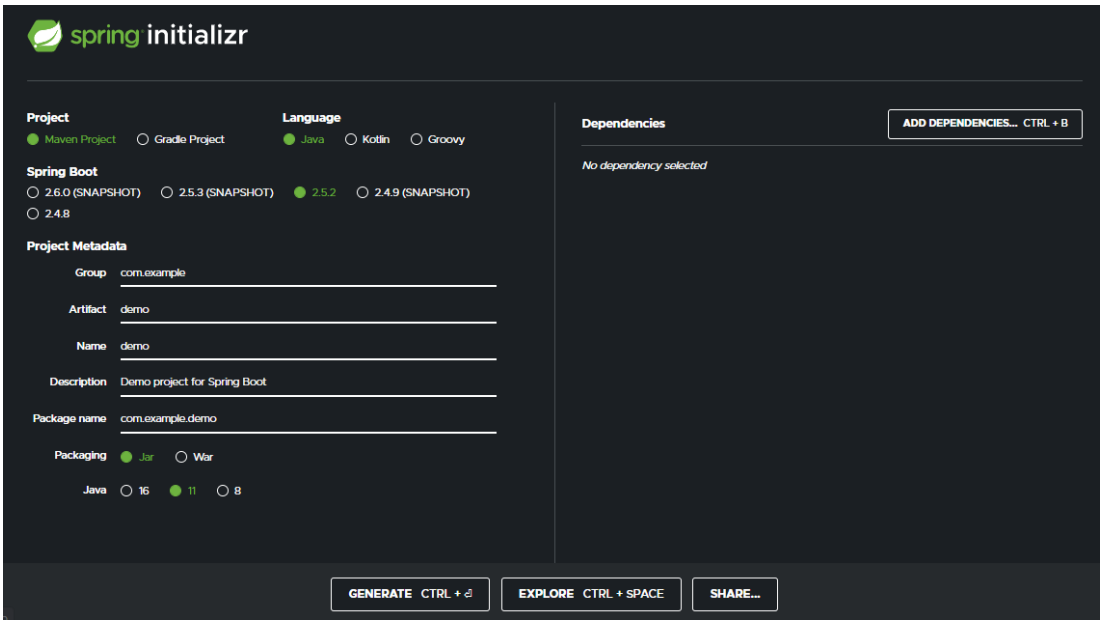
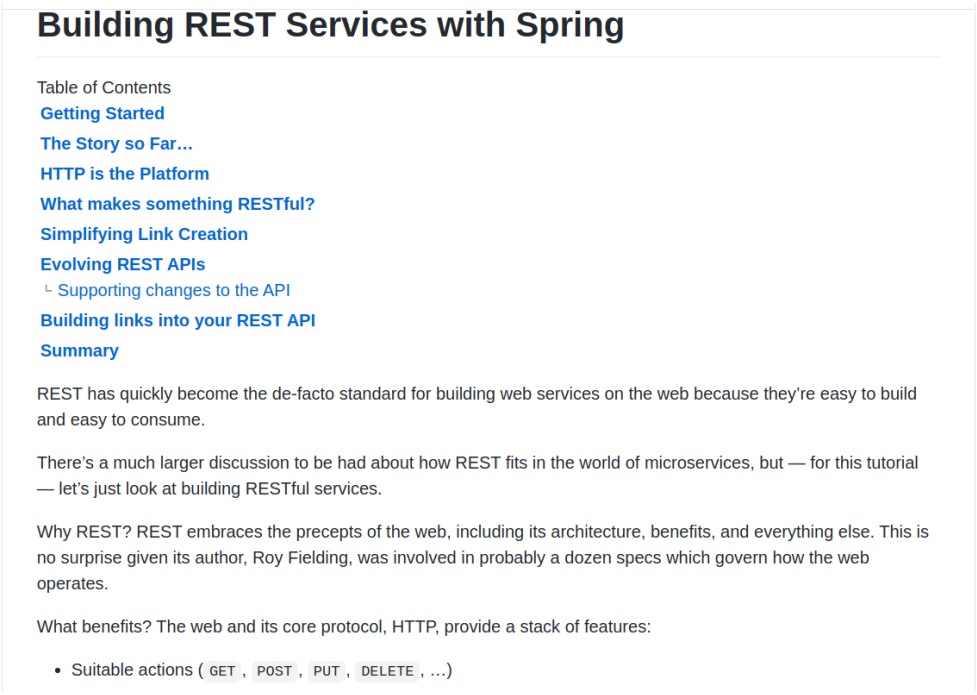


Figura 13 Página de creación para aplicaciones Spring Boot.

Para este trabajo en particular se descargó un servicio de ejemplo de Building REST Services with Spring [5] el cual despliega una serie de clases aplicando el framework spring boot que implementa un servicio de empleados.



Building REST Services with Spring

Table of Contents

REST has quickly become the de-facto standard for building web services on the web because they're easy to build and easy to consume.

There's a much larger discussion to be had about how REST fits in the world of microservices, but — for this tutorial — let's just look at building RESTful services.

Why REST? REST embraces the precepts of the web, including its architecture, benefits, and everything else. This is no surprise given its author, Roy Fielding, was involved in probably a dozen specs which govern how the web operates.

What benefits? The web and its core protocol, HTTP, provide a stack of features:

- Suitable actions (`GET` , `POST` , `PUT` , `DELETE` , …)

Figura 14 Building REST Services with Spring.

Abrimos esta aplicación desde nuestro Apache NetBeans.

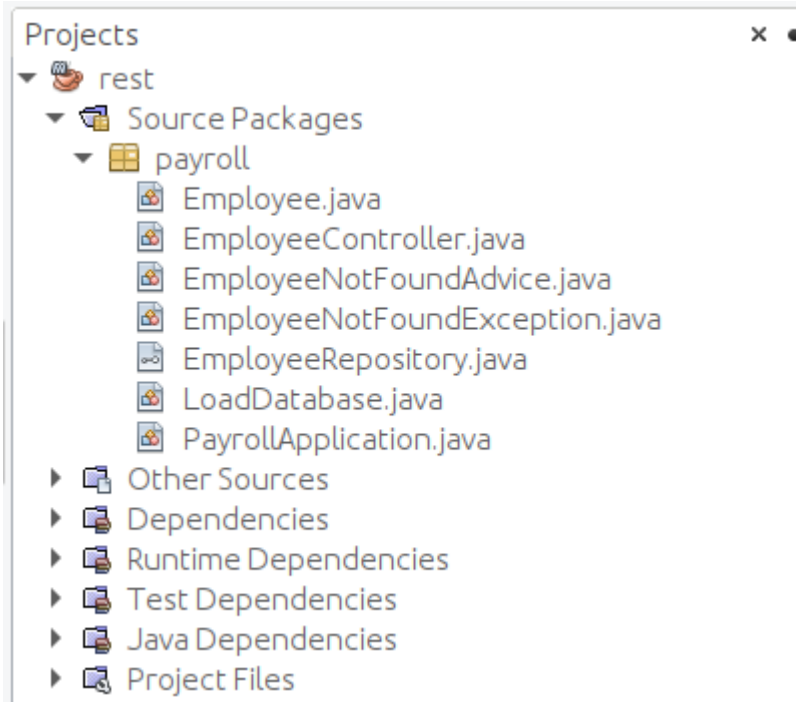


Figura 15 Proyecto Spring Boot Employee.

Se despliega un conjunto de clases java que crea un servicio web llamado Employee con Spring Boot que posee 4 métodos get, post, put y delete el cual interactúa a través de anotaciones específicas get @GetMapping, post @PostMapping, put @PutMapping, delete

@DeleteMapping para las operaciones de Alta, Baja, Modificación y Consulta de Datos. La implementación y los otros métodos asociados a estas anotaciones no se encuentran contemplados en el alcance de este trabajo, para más información de como crear aplicaciones Spring Boot puede dirigirse a [1].

```
@RestController
class EmployeeController {

    private final EmployeeRepository repository;

    EmployeeController(EmployeeRepository repository) {...3 lines }

    @GetMapping("/employees")
    public ResponseEntity<?> getEmpleados(){...3 lines }

    CollectionModel<EntityModel<Employee>> all() {...10 lines }

    @PostMapping("/employees")
    Employee newEmployee(@RequestBody Employee newEmployee) {...3 lines }

    // Single item
    // tag::get-single-item[]
    @GetMapping("/employees/{id}")
    EntityModel<Employee> one(@PathVariable Long id) {...9 lines }
    // end::get-single-item[]
    @PutMapping("/employees/{id}")
    Employee replaceEmployee(@RequestBody Employee newEmployee, @PathVariable Long id) {...13 lines }

    @DeleteMapping("/employees/{id}")
    void deleteEmployee(@PathVariable Long id) {...3 lines }
}
```

Figura 16 Clase EmployeeController.

Construimos la aplicación con la plataforma de desarrollo Apache Netbeans, para ello nos posicionamos en la pestaña Project seleccionamos el proyecto rest damos click derecho sobre ello y elegimos la opción Clean and Build, esto inicia la construcción de la aplicación.

```
--- maven-install-plugin:2.5.2:install (default-install) @ rest ---
Installing /home/dani/SpringBootCarpeta/tut-rest/rest/target/rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar to /home/dani/.m2/repository/org/springframework/guides/rest/0.0.1-SNAPSHOT/rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar
Installing /home/dani/SpringBootCarpeta/tut-rest/rest/pom.xml to /home/dani/.m2/repository/org/springframework/guides/rest/0.0.1-SNAPSHOT/rest-0.0.1-SNAPSHOT.pom
------------------------------------------------------------------------
BUILD SUCCESS
------------------------------------------------------------------------
Total time:  3.710 s
Finished at: 2021-07-19T11:08:44-04:00
------------------------------------------------------------------------
```

Figura 17 Resultado de la compilación del proyecto Spring Boot.

Como se observa en la Figura 17 la salida del proyecto es un jar generado llamado rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar, que al ejecutarlo de forma directa nos despliega el servicio en un tomcat embebido.

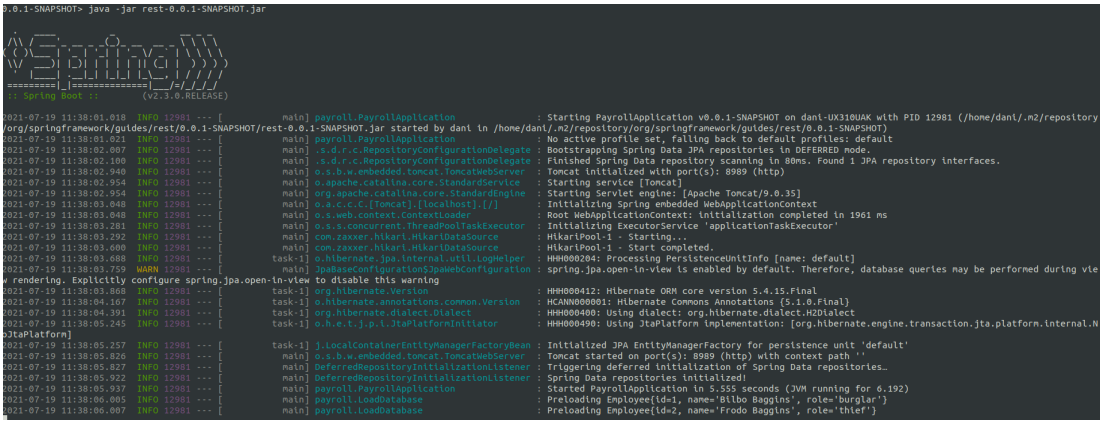


Figura 18 Salida del proyecto Spring Boot al iniciar.

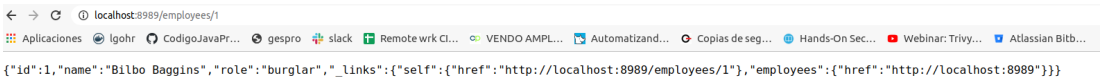


Figura 19 Respuesta del servicio.

El objetivo será que este servicio pase por la tarea de prueba de actualización dentro del pipeline en la CI por medio de la coordinación de los equipos de Seguridad, QA, Operaciones y Desarrollo.

3.2 Pruebas de actualización y QA

Para las pruebas de actualización se debe contar con un entorno de pruebas de estrés por cada servicio que se pretende desplegar elaborado por el departamento de QA.

Figura 20 Generación de Entorno de Prueba QA.

El equipo de desarrollo se encarga de brindar las especificaciones del servicio al equipo de QA y este último elabora un entorno de pruebas acorde a lo especificado por el equipo de desarrollo.

Este es un paso previo a toda prueba de actualización que se desea realizar, para este fin existen diversas herramientas como el caso de JMeter que es un proyecto de Apache que puede ser utilizado como una herramienta de prueba de carga para analizar y medir el rendimiento de una variedad de servicios [11].

El Apache Jmeter puede ser descargado desde su página oficial [15] e instalado de acuerdo al SO que posea, en este caso particular se utiliza para un SO Ubuntu 20.04.2 LTS, un requisito previo para el funcionamiento de esta herramienta es que es necesario tener previamente instalado Java en su versión 1.8 para arriba.

Figura 21. Página de descarga de Apache Jmeter.

Se extrae el paquete que contiene el programa, se accede a la sub carpeta de apache jmeter “bin” y se ejecuta el script jmeter.sh esto iniciará la plataforma del programa.

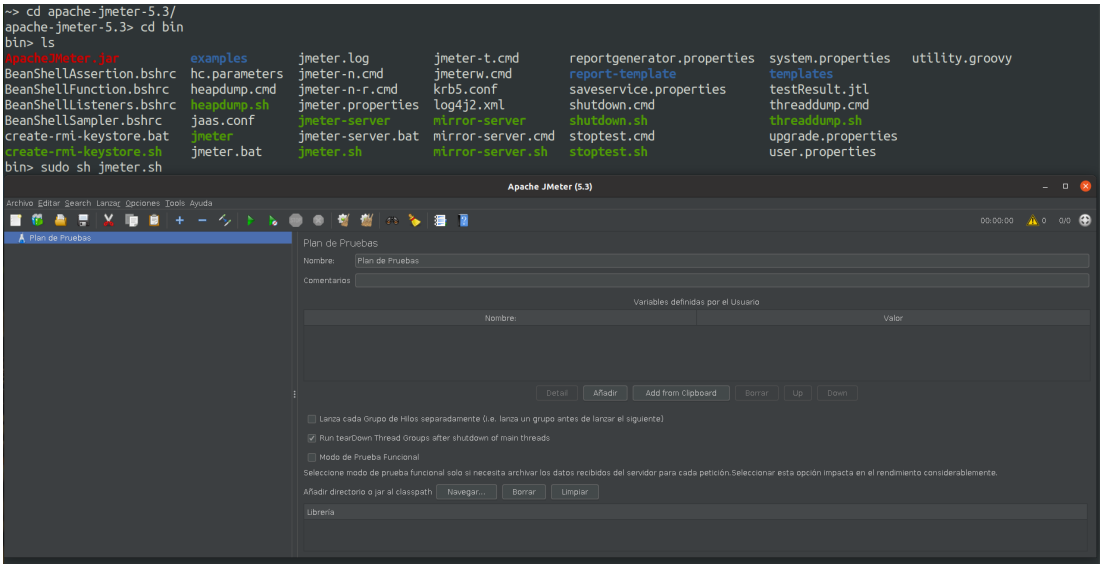


Figura 22 Apache Jmeter.

Apache Jmeter posee una serie de opciones que nos permite emular peticiones web con características específicas de acuerdo a la necesidad que podamos tener, en este caso el equipo de QA debe crear un entorno de prueba de acuerdo a las características del servicio.

Se crea un entorno de pruebas de estrés para el servicio desarrollado, luego se agrega un grupo de hilos para configurar la ejecución de las pruebas desde el IDE de Apache Jmeter para ello damos click derecho sobre el plan que generamos, seleccionamos Añadir Hilos/Grupo de hilos..

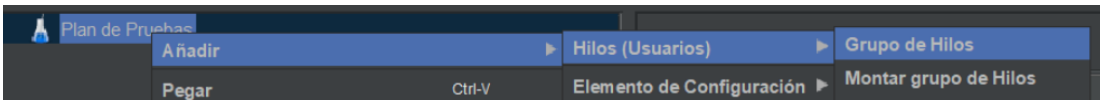


Figura 23 Apache Jmeter opción configurar hilos.

El grupo de hilos indica a JMeter que tendrá que lanzar un número de peticiones y como se comportan estas peticiones. Lo que se pretende es simular el funcionamiento de un usuario o cliente web que realiza peticiones a un servidor web.

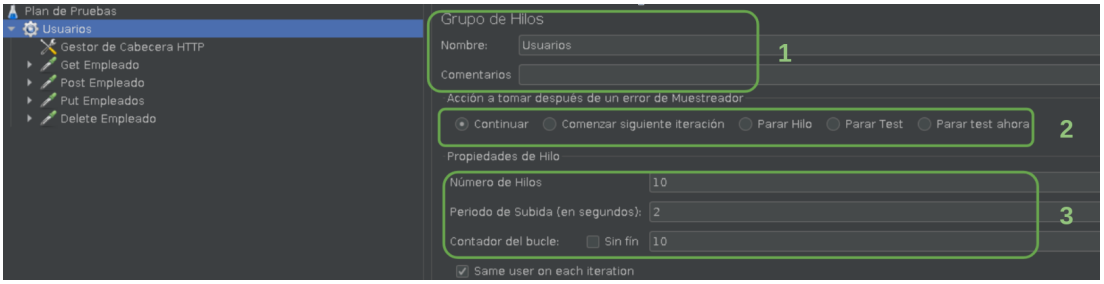


Figura 24 Opción de Hilos Jmeter.

En el punto 1 podemos agregar un nombre para nuestro grupo de hilos así como un comentario descriptivo, en el paso 2 se enumera una serie de acciones en caso de existir un error, para este caso en particular queremos que se continúe ya que se pretende utilizar el reporte de salida del Jmeter dentro de la CI para avanzar o no en el flujo, en el punto 3 se configura las propiedades del hilo.

Número de hilo: Indica cuántos usuarios simultáneos realizan la petición al servicio, en este caso definimos 10 hilos.

Periodo de subida en segundos: Indica el intervalo de tiempo que se espera entre cada petición, en este caso tenemos 2 segundos entre cada petición.

Contador del bucle: Tiene 2 opciones, sin fin para que la prueba no finalice hasta que se lo indiquemos y la otra donde pasamos una parámetro para definir la cantidad de veces a probar, en este caso definimos 10 peticiones por cada acción HTTP.

Se crean las peticiones HTTP dentro del grupo de hilos que se creó anteriormente para cada uno de los métodos del servicio el get, post, put y delete, para agregar estas peticiones se ingresa al Ide de Apache Jmeter se posiciona sobre el grupo de hilos damos click derecho Añadir/Muestreador/Petición HTTP.

Figura 25 Configuración de una petición HTTP en Apache Jmeter.

En la pantalla se despliega una serie de opciones que nos permite personalizar una petición, en la parte 1 podemos definir el nombre de la petición HTTP y un comentario descriptivo, en la parte 2 se define el protocolo HTTP o HTTPS en caso de no tener ningún valor se toma HTTP por defecto, definimos la ubicación del servidor en este caso localhost ya que el servicio se ejecuta de forma local y el puerto donde está publicado el servicio 8585, en la parte 3 se define el método HTTP Get, Post, Put, Delete, Head, Options, Trace, Patch y la ruta donde se encuentra publicado el servicio, en la parte 4 se definen los parámetros que se le pasa a la petición.

Como el servicio posee solo 4 peticiones Get, Post, Put, Delete se debe crear una petición HTTP por cada método.

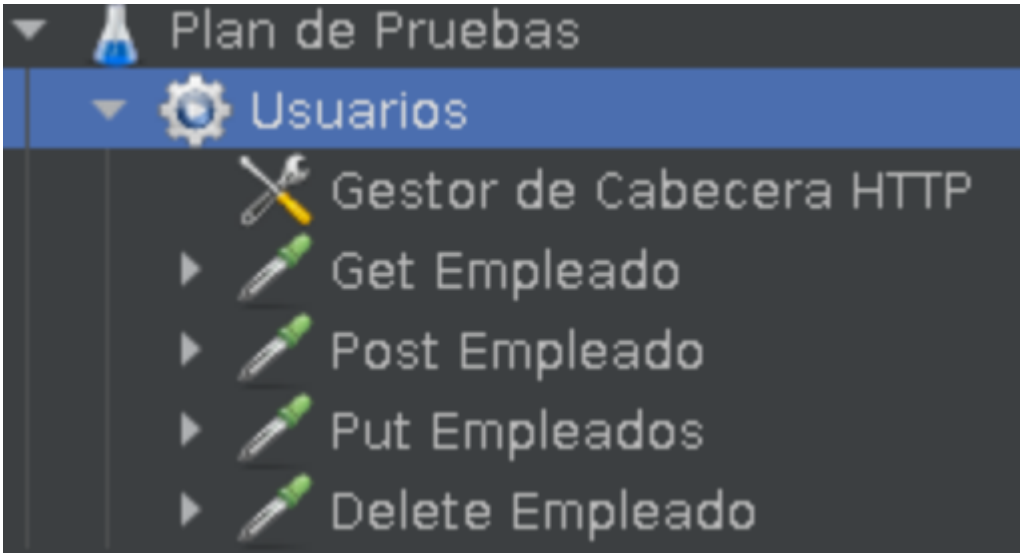


Figura 26 Peticiones Http Get, Post, Put, Delete en Apache Jmeter.

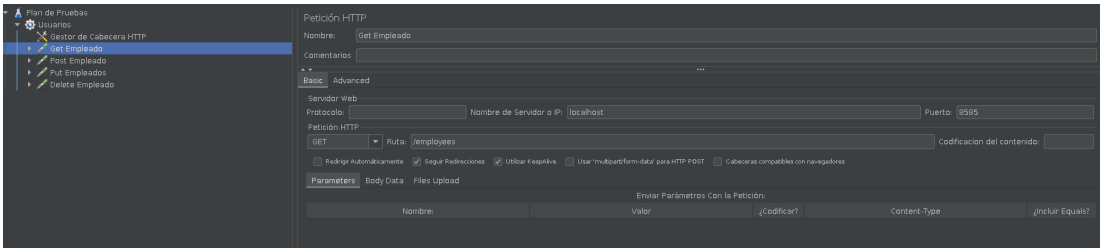


Figura 27 Petición Get.

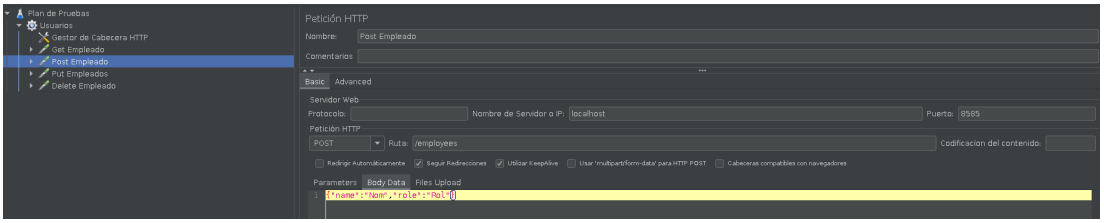


Figura 28 Petición Post.

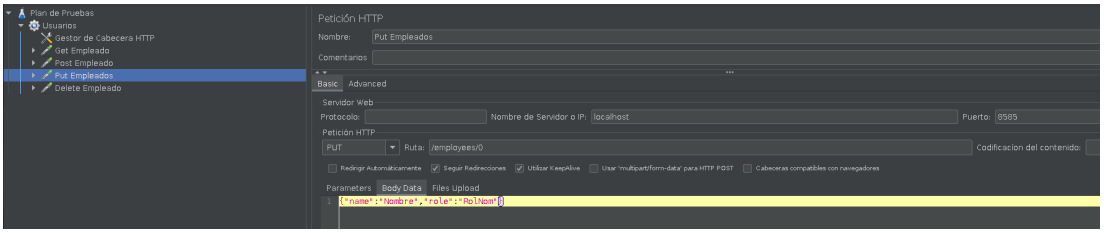


Figura 29 Petición Put.

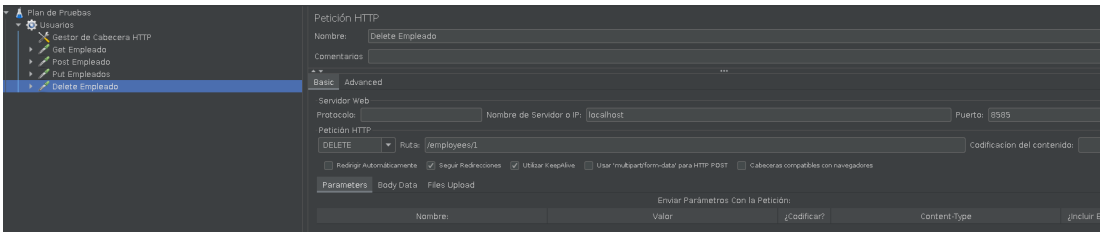


Figura 30 Petición Delete.

El siguiente paso al tener construido todo el entorno de pruebas es configurar la forma en que deseamos visualizar los resultados, Apache Jmeter posee un conjunto de opciones llamados Listener encargados de mostrar los resultados de las muestras en una serie de formatos establecidos, en este caso particular optamos por la opción Árbol de Resultados que nos permite ver tanto la solicitud como la respuesta de una petición HTTP, para configurar este listener nos dirigimos a la petición HTTP y damos click derecho, seleccionamos la opción Añadir/Receptor/Ver Àrbol de Resultados.

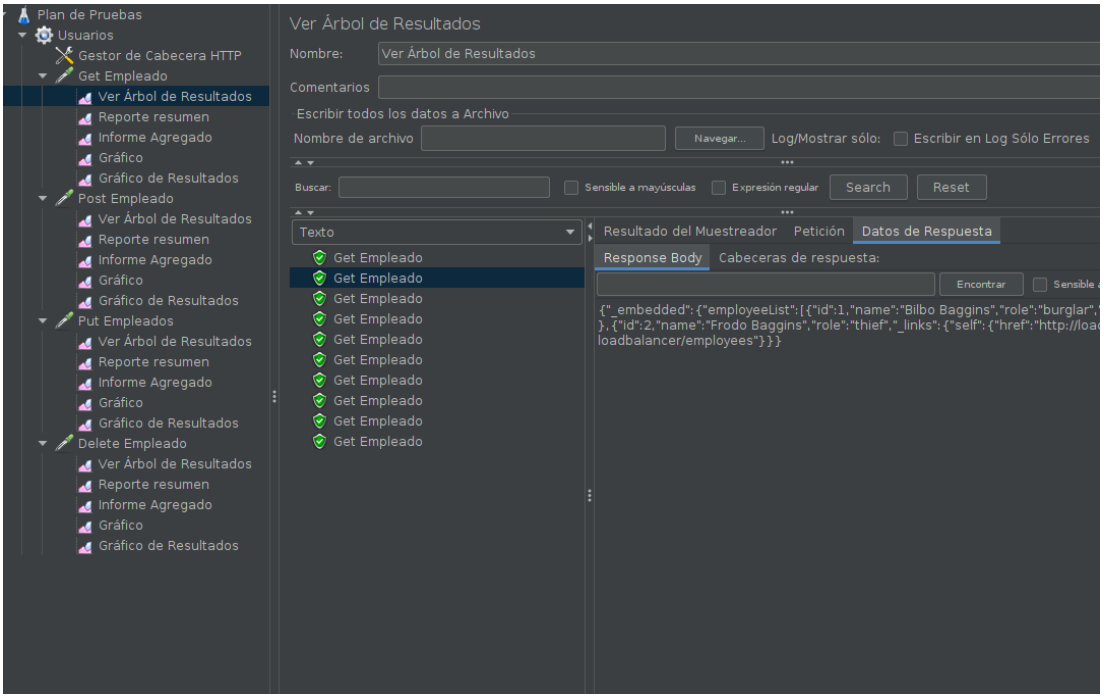


Figura 31 Resultado de las pruebas en Jmeter.

Por último se guarda el proyecto con el nombre Empleado.jmx, de forma que más adelante pueda ser utilizado en el pipeline dentro de la tarea de actualización.

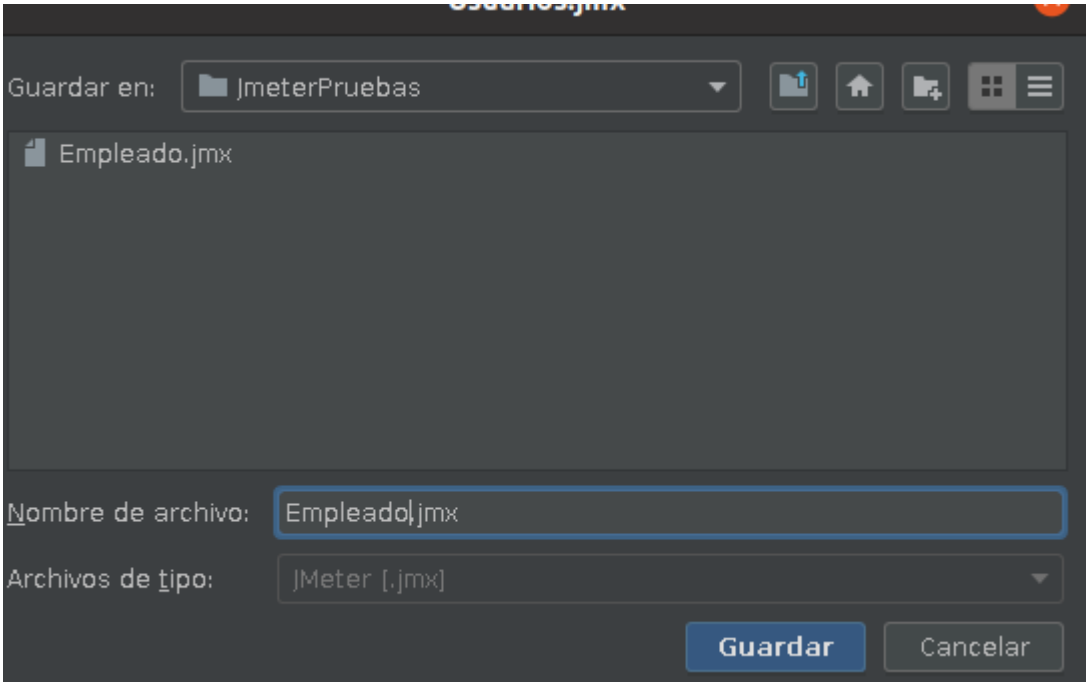


Figura 32 Proyecto Empleado.jmx.

3.3 Pruebas de actualización y Seguridad

Hasta este momento se ha descrito la interacción del departamento de desarrollo y QA para las pruebas con Apache Jmeter, en esta sección se describen las tareas necesarias que debe llevar el departamento de seguridad para integrar las pruebas de actualización en el flujo de la CI.

Las pruebas de actualización incluyen dentro de si pruebas funcionales de la aplicación y análisis de vulnerabilidades de la plataforma Docker sobre el cual es desplegado el servicio, la configuración de las pruebas funcionales se describen en el capítulo 3.2 Pruebas de actualización y QA, este capítulo se enfoca en el otro factor necesario para la migración a una plataforma más actualizada que es el análisis de seguridad de los contenedores Docker.

En este punto se determina qué condiciones de seguridad se deben cumplir en la tarea de actualización dentro del pipeline en el flujo de la CI, se buscan los siguientes resultados:

El contenedor en la versión latest no debe poseer vulnerabilidades críticas, en caso de que lo tenga el flujo de la CI será detenido..

Un reporte de vulnerabilidades del contenedor en la versión de latest una vez finalizado el pipeline de actualización.

El equipo de seguridad debe seleccionar la herramienta adecuada a la infraestructura de acuerdo a los objetivos esperados, para este fin se optó en este trabajo por la herramienta Trivy que permite realizar un análisis de vulnerabilidades sobre contenedores Docker, pero antes de hablar de Trivy debemos profundizar un poco más sobre la herramienta Docker.

3.3.1 Docker

Para este trabajo se tomó la herramienta Docker para contenedorizar el servicio web Empleado desarrollado en Spring Boot, Docker es una herramienta ideal que automatiza el despliegue de aplicaciones dentro de contenedores en este caso el servicio Empleado, permite desplegar una plataforma de manera personalizada y reducida a través de un SO emulado

,su facilidad para implementarlo lo hace una herramienta ideal para entornos productivos.

Algunas ventajas de Docker:

Es un proyecto de código abierto con una gran comunidad que aporta mucha información.

Puede ejecutar varios contenedores en la misma máquina y compartir el kernel del sistema operativo con otros contenedores cada uno ejecutándose como procesos aislados en el espacio del usuario.

Los contenedores ocupan menos espacio que las VM, las imágenes de los contenedores suelen tener un tamaño de decenas de MB [6].

Para la instalación de Docker se debe seguir la siguiente referencia [7] e instalarlo de acuerdo al SO que se disponga.

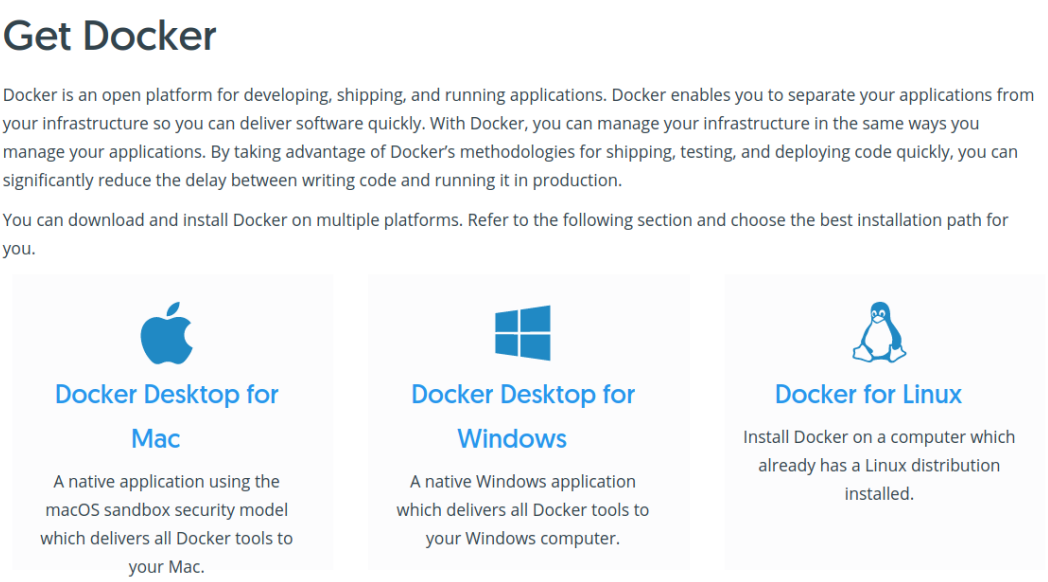


Figura 33 Página de Instalación de Docker.

Una vez instalado en la consola se puede ejecutar el comando docker --version para ver la versión instalada.

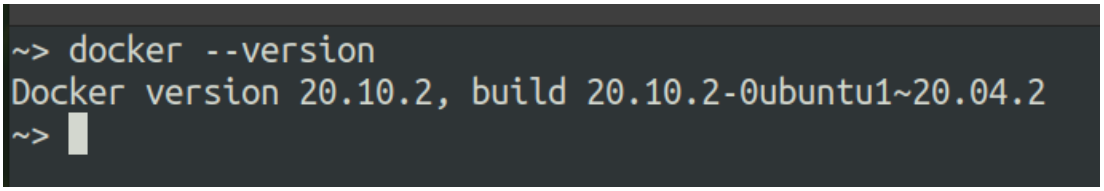


Figura 34 Versión de Docker instalada.

3.3.1.1 Docker File

Si observamos la arquitectura de la tarea de actualización dentro del pipeline en la figura 35 se necesita desplegar el servicio Empleado en dos contenedores Docker, una en la versión Alpine 3.10 y otra en la versión Alpine latest y aplicar pruebas funcionales y análisis de vulnerabilidades sobre ellos, para este fin nos valemos de una característica que posee Docker que es el Dockerfile.

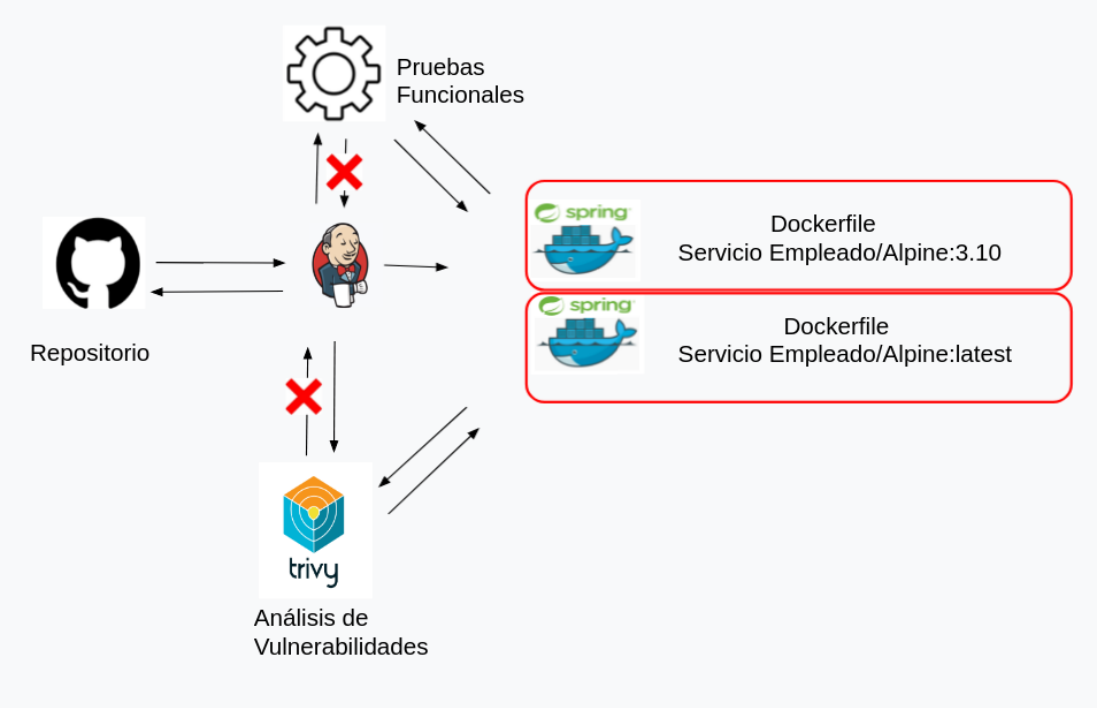


Figura 35 Arquitectura del Dockerfile para el pipeline de actualización.

Docker puede crear imágenes automáticamente leyendo las instrucciones de un archivo Dockerfile, el Dockerfile es un documento de texto que contiene todos los comandos para ensamblar una imagen personalizada y a través del docker build compilarlo de forma automática de manera a ejecutar varias instrucciones de línea de comandos en sucesión [10].

Algunos comandos que se usan en el Dockerfile:

FROM: La instrucción FROM especifica la imagen principal a partir de

la cual se está construyendo.

RUN: La instrucción RUN ejecuta cualquier comando en una nueva capa encima de la imagen actual, la imagen resultante se utilizará para el siguiente paso en el Dockerfile.

ENV: Establece el valor de una variable de entorno, el valor estará disponible para todas las etapas posteriores en el proceso de compilación de la imagen.

COPY: La instrucción COPY copia archivos o directorios del servidor y los agrega al sistema de archivos del contenedor en la ruta especificada como destino.

WORKDIR: La instrucción WORKDIR establece el directorio de trabajo para cualquier comando como RUN, CMD, ENTRYPOINT, COPY, etc y las instrucciones que le siguen en el Dockerfile.

CMD: El propósito principal del comando CMD es proporcionar valores predeterminados para un contenedor en ejecución.

Como se mencionó en la tarea de actualización dentro del pipeline se tiene dos versiones de Dockerfile, una levanta el servicio web desarrollado en el SO de la versión de producción en este caso alpine:3.10 y otro Dockerfile que despliega el mismo servicio en la versión alpine:latest, pero antes de hablar del flujo del Dockerfile se debe mencionar el SO sobre el cual será levantado el servicio Empleado que es el Apline.

Alpine

Alpine Linux es una distribución de Linux ligera y orientada a la seguridad basada en musl libc y busybox, es un SO Linux reducido que no requiere más de 8 Mb de espacio en comparación a los 130 MB que necesita un SO como mínimo para instalar, este SO fue elegido para el trabajo debido a su seguridad ya que todos los binarios se compilan como ejecutables independientes de la posición (PIE) lo que permite la ejecución de los programas en secciones aleatorias en la memoria [16].

En este trabajo se tiene el servicio empleado dentro de un contenedor Docker basado en una imagen Alpine 3.10 y se lo pretende actualizar a un Alpine:latest.

Flujo del Dockerfile

Como primer paso se instala el SO en este caso el alpine, luego se instala el jdk que corresponde para levantar la aplicación en este caso el jdk11, se define la variable de entorno JAVA_HOME, se copia el JAR del servicio Empleado del directorio actual al directorio interno del contenedor /usr/src/servicio, se posiciona sobre este directorio y se ejecuta el JAR que levanta la aplicación, cabe mencionar que el JAR rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar debe estar en el mismo directorio donde se encuentra el Dockerfile.

```
FROM alpine:latest

# Se installa el OpenJDK-11.
RUN apk add openjdk11

# Variable de Entorno JAVA
ENV JAVA_HOME="/usr/lib/jvm/default-jvm/"

# Has to be set explictly to find binaries
ENV PATH=$PATH:${JAVA_HOME}/bin

COPY . /usr/src/servicio

WORKDIR /usr/src/servicio

CMD [ "java", "-jar", "rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar" ]
```

Figura 36 Dockerfile con SO alpine en su versión latest.

```
FROM alpine:3.10

# Se installa el OpenJDK-11.
RUN apk add openjdk11

# Variable de Entorno JAVA
ENV JAVA_HOME="/usr/lib/jvm/default-jvm/"

# Has to be set explictly to find binaries
ENV PATH=$PATH:${JAVA_HOME}/bin

COPY . /usr/src/servicio

WORKDIR /usr/src/servicio

CMD [ "java", "-jar", "rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar" ]
```

Figura 37 Dockerfile con SO alpine en su versión producción alpine 3.10.

Para construir el contenedor con la imagen a partir del Dockerfile se utiliza el Docker Build, el comando docker build crea imágenes de Docker a partir de un Dockerfile y un contexto, para ejecutar este comando se escribe el comando docker build [path], se debe indicar el directorio donde está el Dockerfile y se corre el comando, esta acción inicia la construcción del contenedor con la imagen de acuerdo a la configuración del Dockerfile.

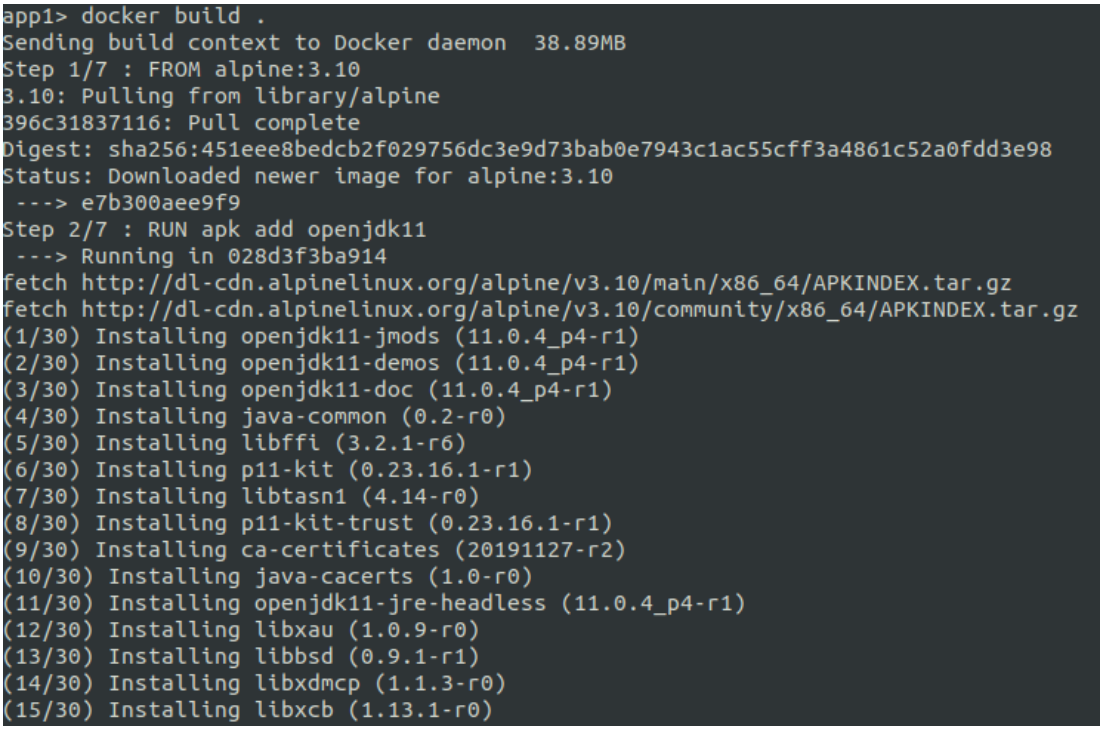


Figura 38 Construcción del Dockerfile con SO alpine en su versión producción alpine 3.10.

3.3.1.2 Docker Compose

Para simplificar aún más las cosas en el despliegue del servicio Empleado en ambos contenedores se puede utilizar el Docker Compose.

Docker Compose es una herramienta de Docker que se utiliza para definir y ejecutar aplicaciones de varios contenedores a través de un archivo en formato YAML de manera a iniciar todos los servicios desde su configuración, esta es una manera muy eficiente y rápida de iniciar aplicaciones en los contenedores, como en este trabajo la tarea de actualización del pipeline se basa en probar un mismo servicio en dos plataformas, uno en una versión de producción y otra en una versión actualizada nos conviene utilizar este medio, configuramos un archivo en formato YAML e iniciamos ambas aplicaciones al mismo tiempo con un solo comando, esto facilita la CI.

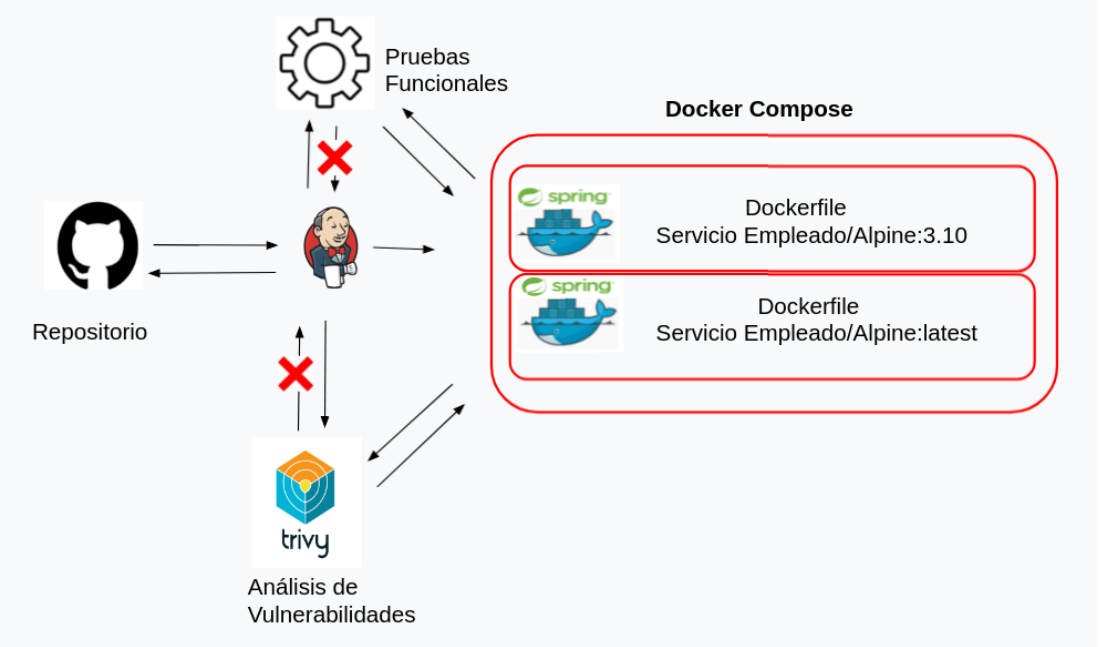


Figura 39 Esquema para archivo Docker Compose.

Para la utilización del Docker Compose necesitamos organizar los Dockerfile en ficheros de manera que al configurar el archivo YAML se pueda configurar la ubicación de los Dockerfile.

Para este fin necesitamos organizar los archivos, en este caso creamos una carpeta de servicios y dentro de ella tenemos dos carpetas una para el Dockerfile que levanta el servicio en el SO en la versión latest app1 y otra para el Dockerfile que levanta el servicio en el SO en la versión de producción app2 y dentro de la carpeta Servicios el archivo de docker-compose.

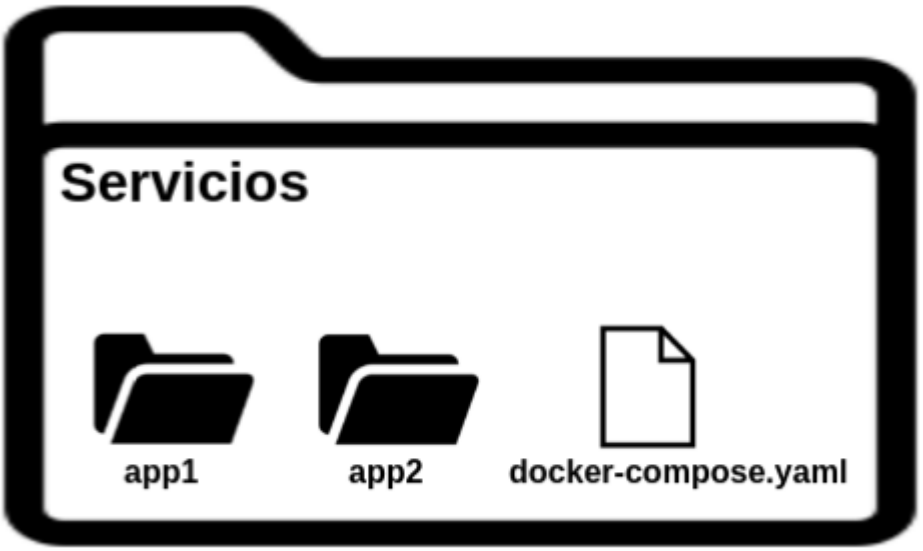


Figura 40 Organización de ficheros para el docker-compose.

Esta organización nos permite configurar el archivo docker compose de la siguiente forma.

```
1   version: '3'
2   services:
3     app1:
4       build: ./app1
5       networks:
6         redpr:
7           aliases:
8             - app1
9       ports:
10        - "8989:8989"
11    app2:
12      build: ./app2
13      networks:
14        redpr:
15          aliases:
16            - app2
17      ports:
18        - "8686:8989"
19  networks:
20    redpr:
```

Figura 41 Archivo docker-compose.

Este archivo posee diferentes tags.

version: Indica la versión del docker-compose.

services: El tag services indica que se va a configurar un servicio, en este caso tenemos el app1 y el app2.

build: El tag build indica la ruta donde está el Dockerfile a ejecutar para levantar el servicio.

networks: El tag networks define una red.

aliases: Define un alias de conexión para el contenedor dentro de la red creada.

ports: El puerto donde será publicada la aplicación.

Se posiciona sobre la carpeta servicio y se corre el comando docker-compose up -d, esto inicia la construcción de los contenedores con los servicios expuestos de acuerdo al archivo docker-compose.

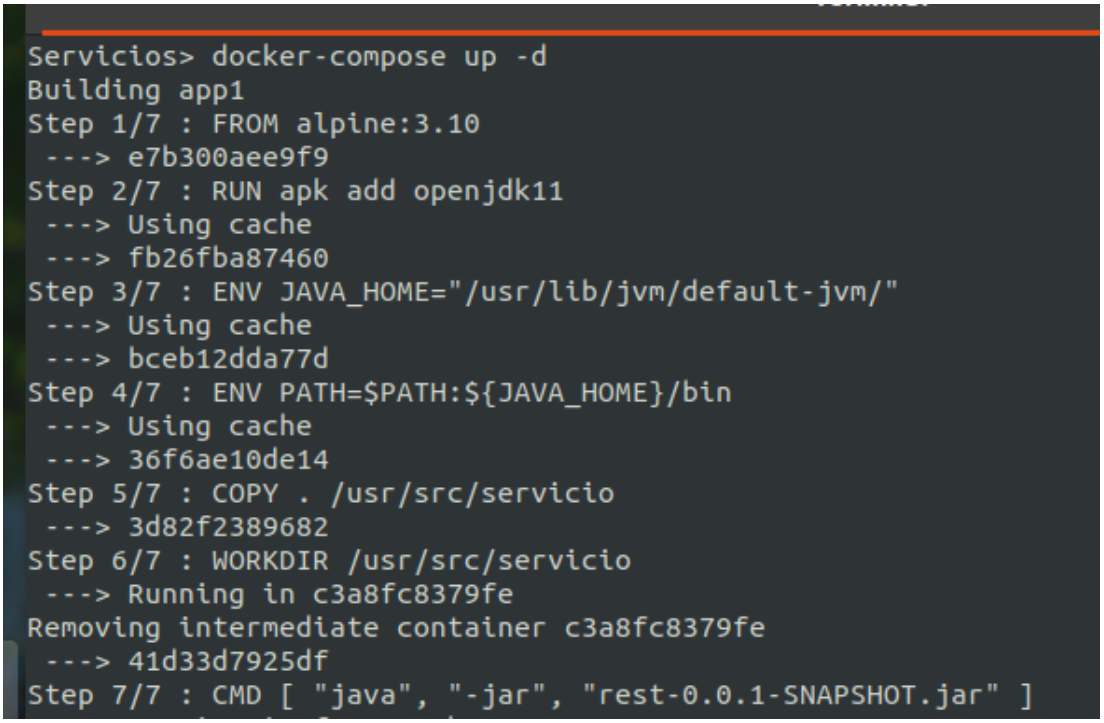


Figura 42 Salida de consola una vez ejecutado el docker-compose.yaml.

Si se ejecuta el comando docker ps, se puede ver que los contenedores están levantados.

```
Servicios> docker ps
CONTAINER ID   IMAGE            COMMAND                  CREATED          STATUS          PORTS                    NAMES
15a2dbc48cc4   servicios_app1   "java -jar rest-0.0.…"   21 seconds ago   Up 19 seconds   0.0.0.0:8686->8686/tcp   servicios_app1_1
ffc1785939f8   servicios_app2   "java -jar rest-0.0.…"   21 seconds ago   Up 19 seconds   0.0.0.0:8989->8989/tcp   servicios_app2_1
```

Figura 43 Contenedores en ejecución.

3.3.2 Trivy

Para la identificación de las posibles vulnerabilidades en los contenedores se utiliza la herramienta Trivy que es un escáner de vulnerabilidades simple y completo para contenedores y otros artefactos. Trivy detecta vulnerabilidades de paquetes de SO Alpine, RHEL, CentOS, etc. con sus dependencias [8].

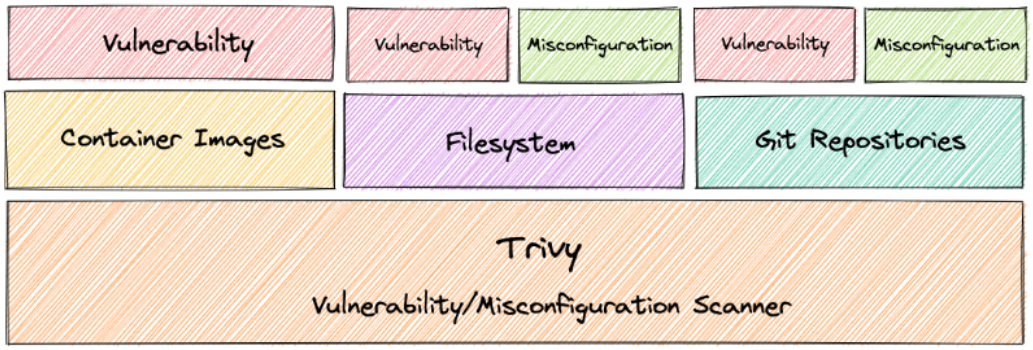


Figura 44. Esquema de funcionamiento de la herramienta Trivy.

Para instalar Trivy se ingresa a la página de instalación [9], los instaladores están clasificados de acuerdo a los diferentes SO, en este trabajo se instala para Debian/Ubuntu que es el SO sobre el cual se desea desplegar la tarea de actualización.

Figura 45 Comandos de instalación de Trivy.

Para verificar si la instalación fue exitosa se puede ingresar en la consola el comando trivy --version, si el programa fue instalado exitosamente se desplegará su número de versión.

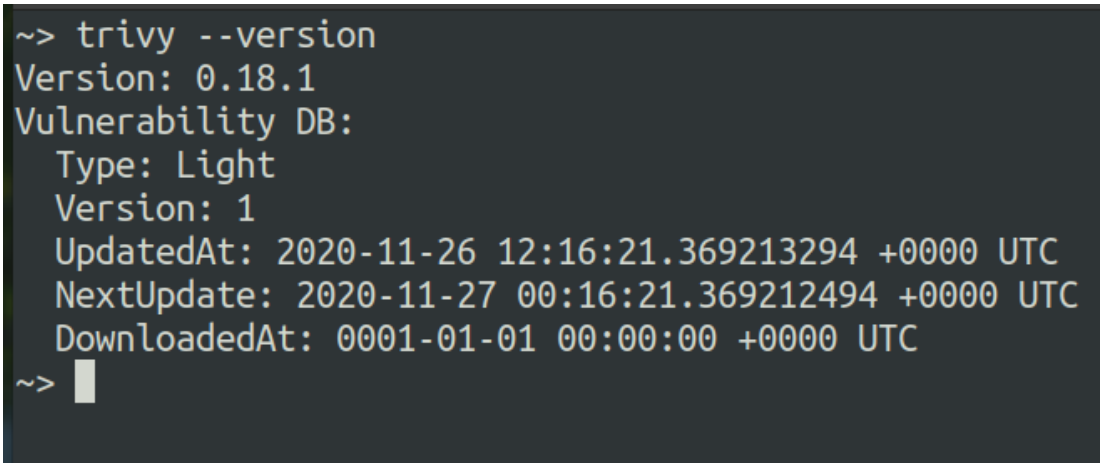


Figura 46 Versión del Trivy instalada.

Trivy posee el comando image para escanear una imagen de un contenedor.

```
$ trivy image [YOUR_IMAGE_NAME]
```

Figura 47 Comando para analizar desde una imagen con Trivy.

Se observa en la Figura 43 que existen dos imágenes corriendo en dos contenedores, uno llamado servicios_app1 y el otro llamado servicios_app2 que fueron creado a partir del Dockerfile de las figuras 35 y

36, para que Trivy analice una de estas imágenes se utiliza la estructura del comando expuesto en la figura 47, esto inicia el proceso de escaneo en busca de vulnerabilidades.

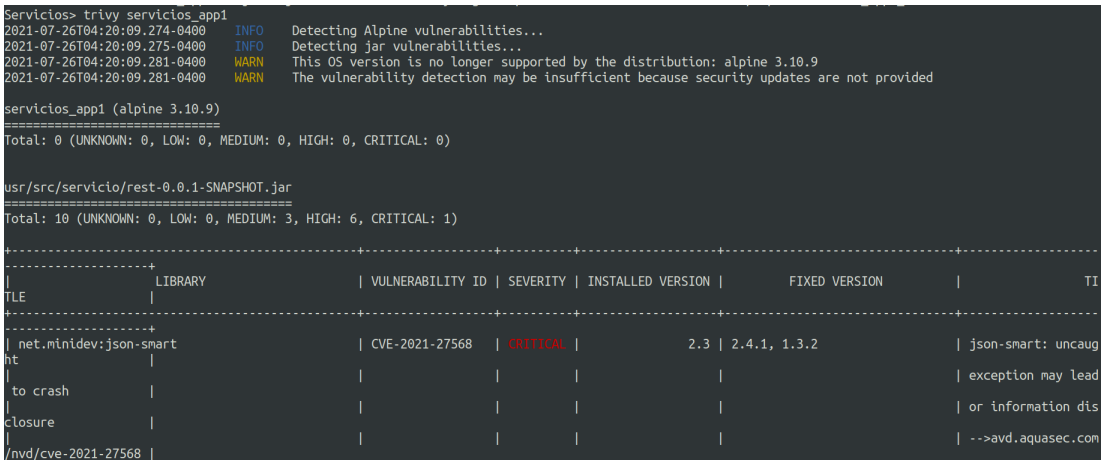


Figura 48 Salida del comando trivy servicios_app1.

Trivy permite filtrar las vulnerabilidades por severidad a través de la opción --severity.

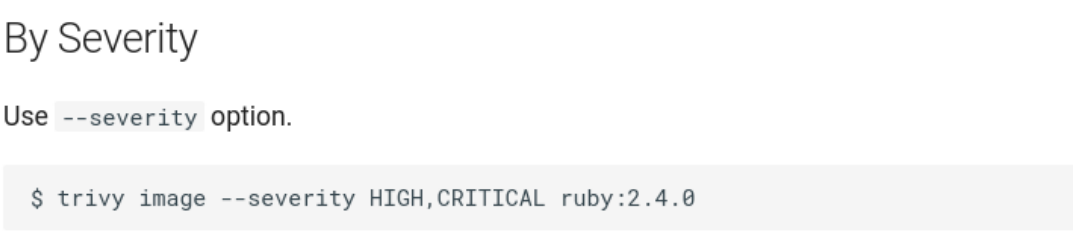


Figura 49 Opción severity Trivy.

El equipo de seguridad definió que solo las fallas críticas en el contenedor de la versión latest sea un factor de detención del pipeline, es por ello que podemos filtrar la búsqueda de vulnerabilidades solo por severidad crítica.

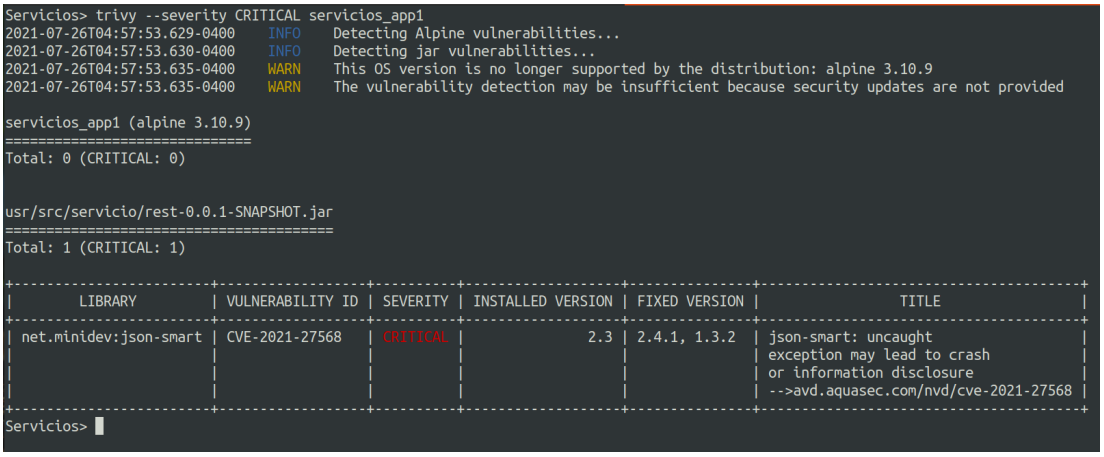


Figura 50 Opción severity CRITICAL Trivy.

Con esta herramientas el equipo de seguridad define el nivel de vulnerabilidad aceptable que puede tener la infraestructura Docker para el servicio Empleado, como el análisis se realiza dentro de una CI necesitamos de alguna manera detener o seguir el flujo dentro del pipeline fallando el flujo de trabajo si se encuentra una vulnerabilidad, para esta situación Trivy posee la opción --exit-code 0 para seguir con la siguiente tarea y --exit-code 1 para fallar y no seguir con la siguiente tarea dentro del flujo del pipeline.

Si le sumamos que solo las vulnerabilidades críticas serán tomadas en cuenta para la detención del pipeline se debe configurar en la herramienta Trivy con la opción --severity CRITICAL, el comando quedaría de la siguiente manera:

trivy image --exit-code 0 --severity CRITICAL [Nombre de la Imagen]

Con esta solución el equipo de seguridad puede cumplir con sus objetivos adecuado a una CI.

3.4 Pruebas de Actualización y Operaciones

Una vez que se definió como realizar las pruebas funcionales y las pruebas de seguridad el equipo de operaciones debe encargarse de integrar estos procesos y orquestar de acuerdo al objetivo esperado, como se mencionó con anterioridad la herramienta a utilizar para la CI es Jenkins.

3.4.1 Jenkins

Jenkins es un servidor de código abierto escrito en Java, se utiliza para la automatización de entregas en el proceso de desarrollo de software mediante la integración continua y facilita ciertos aspectos de la entrega continua [11], el instalador de Jenkins se encuentra en su página web oficial [12] clasificados de acuerdo a los diferentes SO, en este caso el trabajo utiliza Ubuntu como SO.

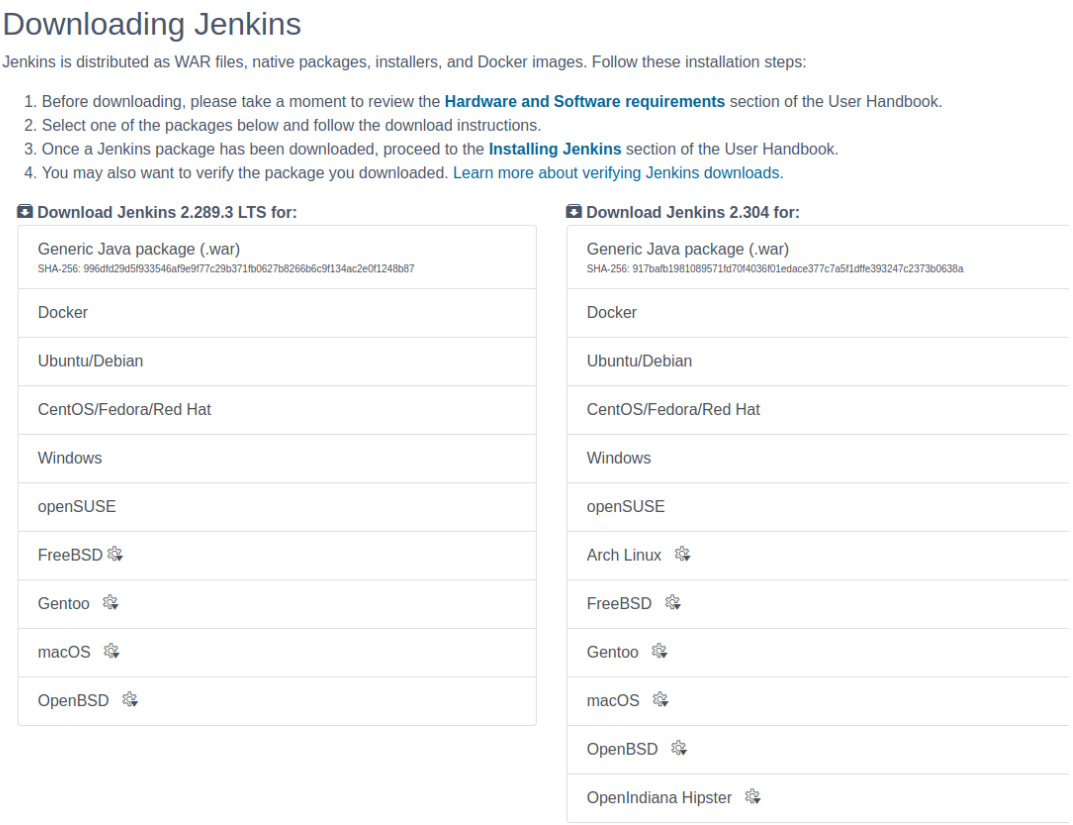


Figura 51 Página de Instalación de Jenkins.

Se ejecutan los comandos indicados en la página de instalación dentro de la terminal del SO.

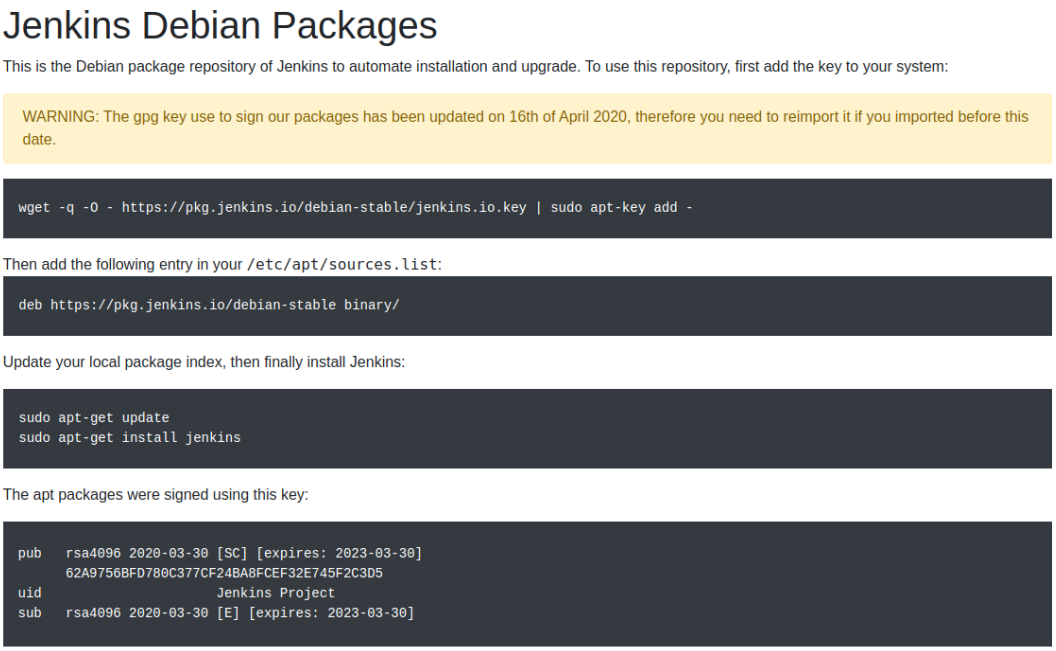


Figura 52 Comandos de instalación de Jenkins.

Al finalizar la instalación se inicia el servicio del servidor Jenkins con el siguiente comando.

```
sudo systemctl start jenkins
```

Figura 53 Comando para iniciar Jenkins.

El servidor se ejecuta en el puerto 8080 de la máquina, para acceder al mismo ejecutamos la url http://localhost:8080 e ingresamos la contraseña expuesto en el path que indica la pantalla Figura 54.

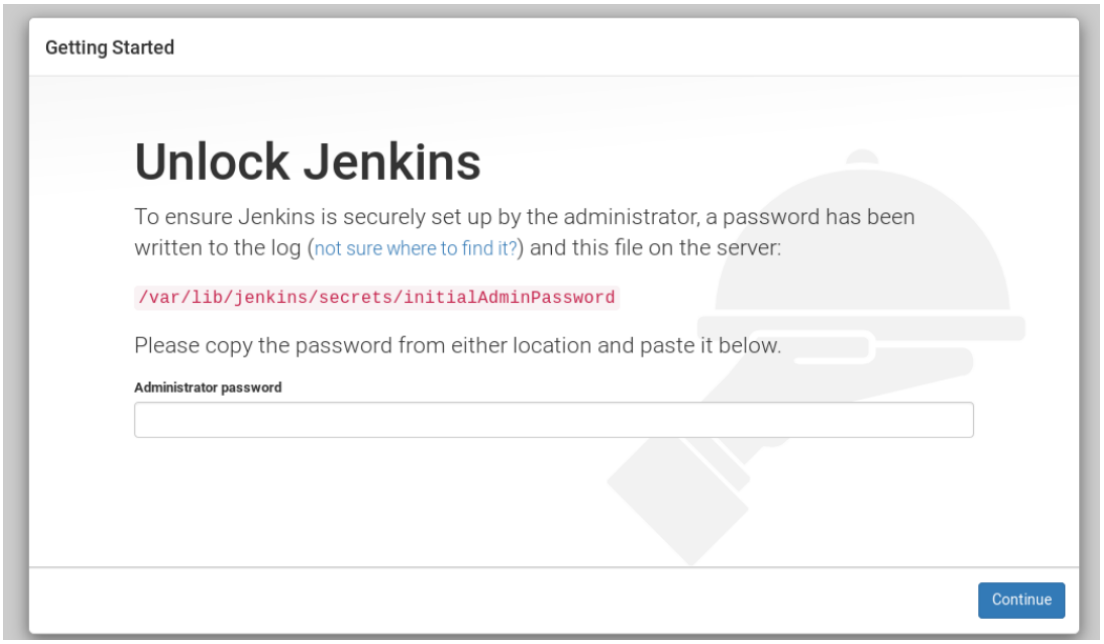


Figura 54 Wizard de configuración de Jenkins desbloqueo.

Se escogen los plugins a instalar que necesitamos, en este caso instalamos lo sugerido.

Figura 55 Wizard de configuración de Jenkins selección de plugin.

Se instalan los plugins seleccionados.

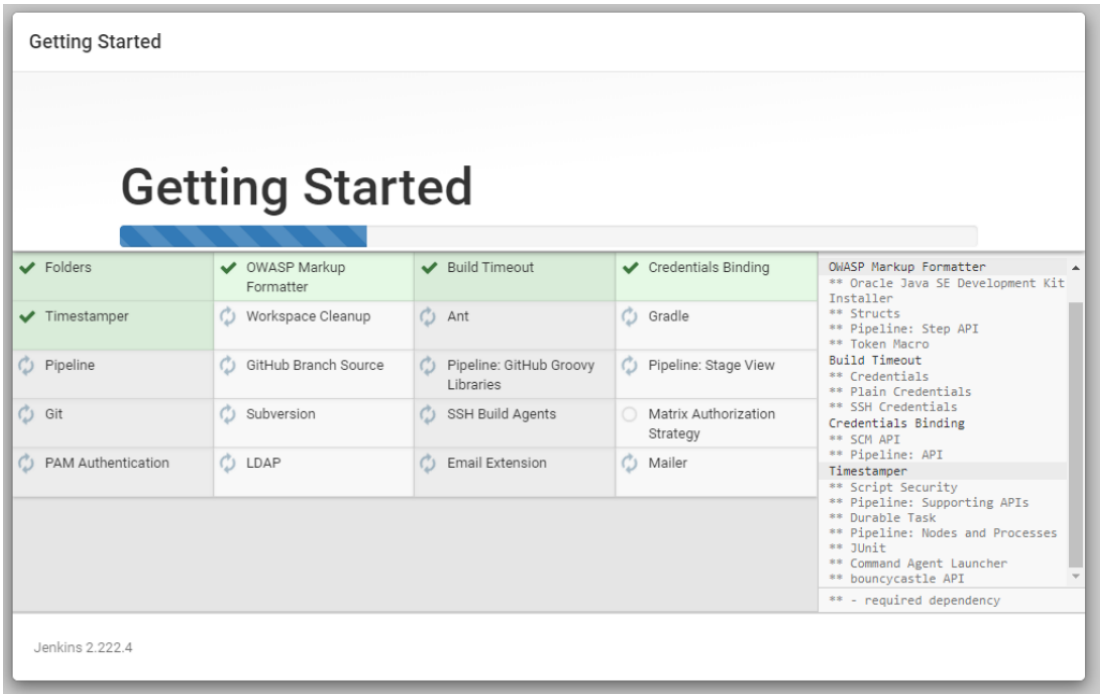


Figura 56 Wizard de configuración de Jenkins instalación de plugin.

Al finalizar este proceso se crea una cuenta para administrar el programa.

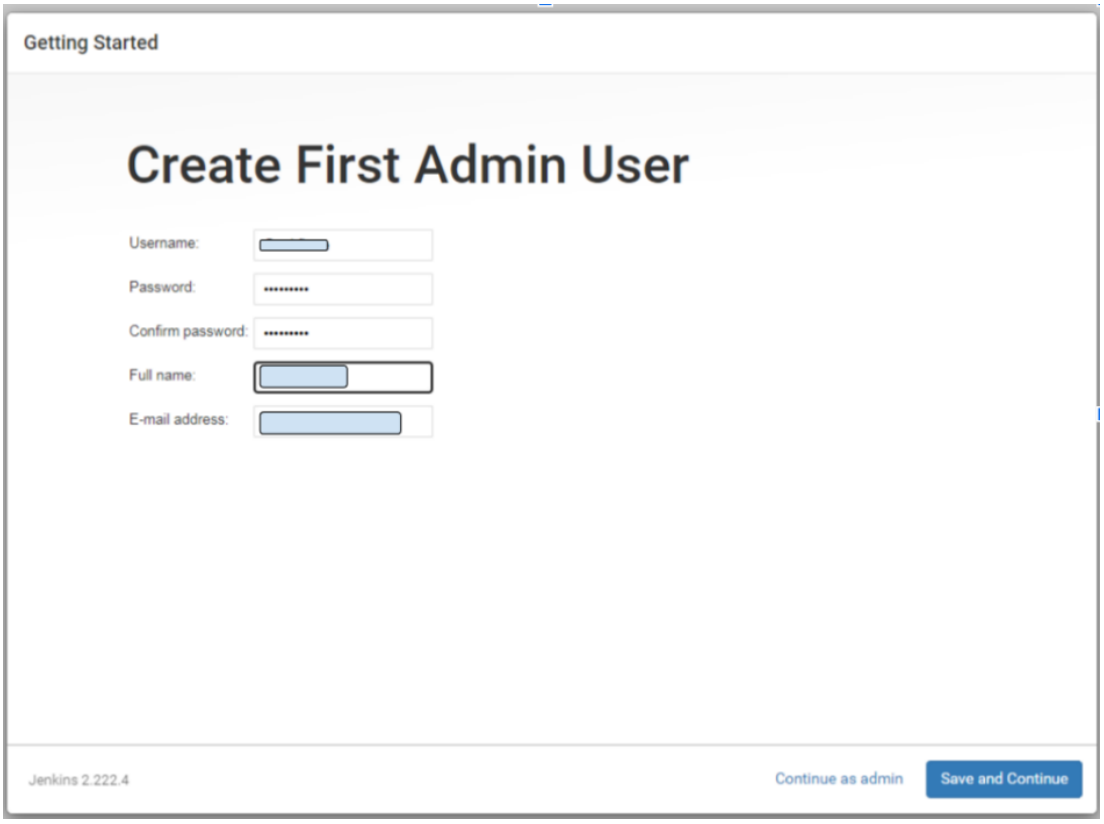


Figura 57 Wizard de configuración de Jenkins creación de la cuenta.

Al completar todos estos pasos se ingresa a la url http://localhost:8080 y se despliega la página de inicio de Jenkins.

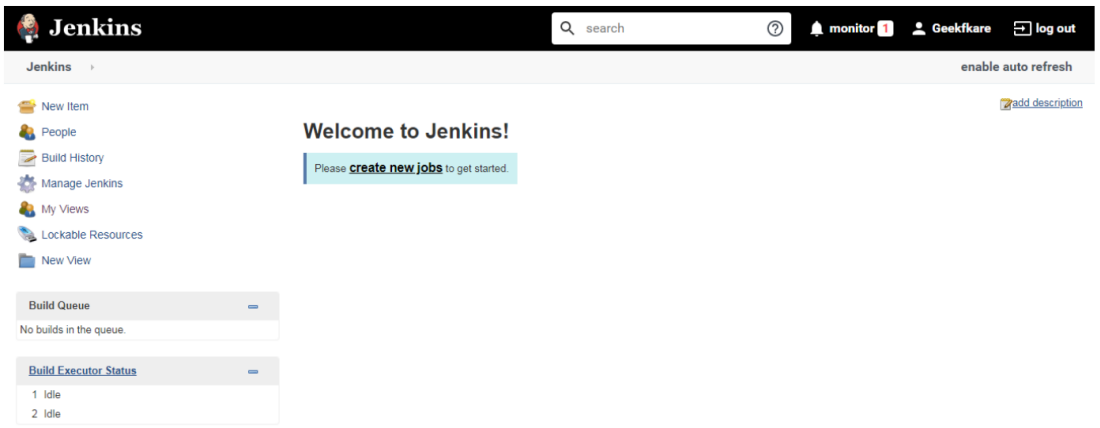


Figura 58 Página de inicio Jenkins.

3.4.1.1 Creacion de Tareas Jenkins

Este trabajo está centrado en la configuración de la tarea CI_PruebasActualizacion, las demás tareas como CI_Construccion, CI_PruebaDeCodigo, CI_PruebaSeguridad y CI_PruebaDespliegue están solo a modo de ejemplos para establecer el contexto donde se ejecuta el la tarea CI_PruebasActualizacion dentro del pipeline.

Jenkins trabaja por medio de tareas que configuran el funcionamiento de cada evento, en este caso debemos crear una tarea para ejecutar las pruebas de actualización, a continuación se describen los pasos necesarios para crear una tarea en Jenkins.

Al ingresar en la url http://localhost:8080 el navegador despliega la pantalla de inicio de Jenkins a la izquierda de la misma se encuentra una serie de opciones agrupados bajo la etiqueta Panel de Control, para crear una nueva tarea se debe seleccionar la opción Nueva Tarea.

Figura 59 Opción Nueva Tarea.

Esta acción despliega una serie de opciones para configurar el tipo de trabajo que queremos crear y un cuadro de texto donde podemos asignar un nombre al trabajo, en este caso seleccionamos la opción de “Crear un proyecto con estilo libre”.

Figura 60 Creación de un trabajo en Jenkins.

.

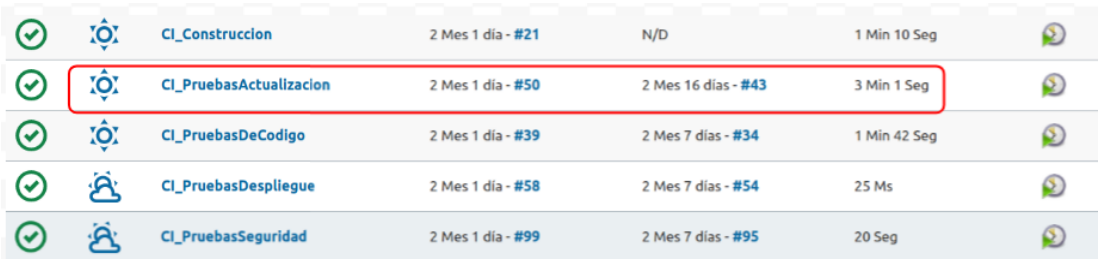


Figura 61 Trabajos para la ejecución de los pipelines.

Al finalizar la creación de las tareas se establece un orden de ejecución, para ello tenemos el plugin Build Pipeline.

3.4.1.2 Configuración del Plugin Build Pipeline

Jenkins posee una serie de complementos adicionales que permiten la manipulación de la ejecución de los trabajos, uno de ellos es “Build Pipeline” que permite visualizar la ejecución de los pipelines de una manera más gráfica.

Para utilizar este complemento se necesita instalarlo, dentro de las opciones de Panel de Control se selecciona Administrar Jenkins y se oprime un click sobre la etiqueta.

Figura 62 Menú Administrar Jenkins.

Se escoge la opción Administrar Plugins.

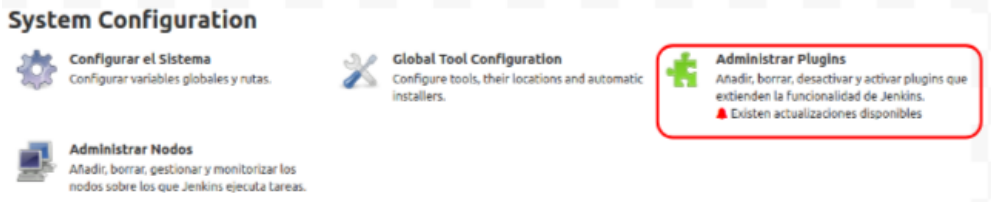


Figura 63 Opciones de System Configuration.

En el navegador se muestran un buscador y un conjunto de tabs que agrupan los plugin de acuerdo a las actualizaciones disponibles, todos los plugins, plugins instalados y una opcion de configuracion avanzada para configurar un plugin personalizado que no se encuentre en los repositorios de Jenkins, en el buscador se filtra por la opción Build Pipeline Plugin.

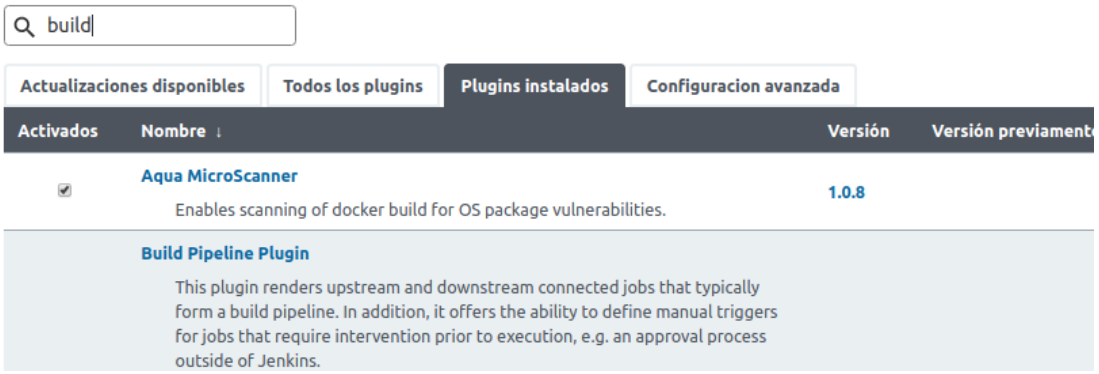


Figura 64 Build Pipeline Plugin.

Para crear una vista Build Pipeline plugin se ingresa en la pantalla de inicio de Jenkins, en el centro del navegador se despliega en una grilla con todas las tareas creadas hasta el momento, en la cabecera se sitúa un tag con la etiqueta Todo y a un costado un tag con el signo “+” se oprime un click sobre este último.

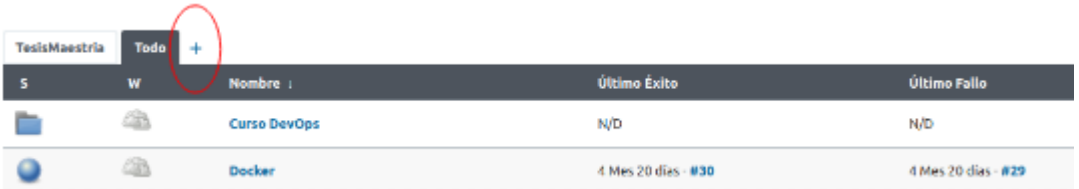


Figura 65 Opción para agregar pipelines.

La opción despliega un cuadro de texto para definir el nombre del pipeline, para este caso TesisMaestria y dos tipo de opciones Lista de visitas y Build Pipeline View se escoge este último.

Figura 66 Creación de Pipeline.

El plugin funciona para enlazar trabajos en el orden que se desea para ello despliega en la pantalla una serie de opciones de configuración, en el centro debajo de la etiqueta Build Pipeline se encuentran un conjunto de acciones.

Run: Para ejecutar el pipeline e iniciar la ejecución de las tareas.

History: Muestra un registro de las ejecuciones del pipeline.

Configure: Muestra las configuraciones del pipeline, en esta sección se define la tarea inicial del pipeline.

Delete: Opción para borrar el pipeline.

Manage: Redirige al administrador de Jenkins.

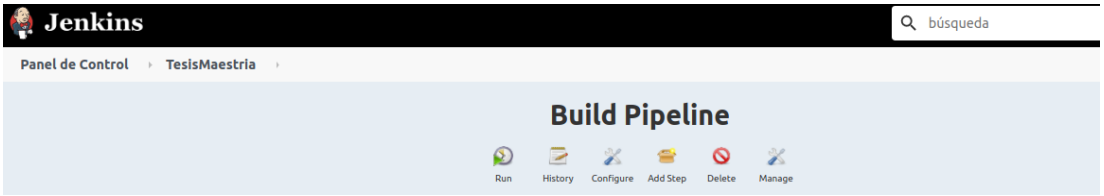


Figura 67 Opciones pipeline TesisMaestria.

Para configurar el primer trabajo a ejecutar se selecciona la opción Configure y se desplaza hasta la sección Pipeline Flow/Select initial jobs donde se ingresa el nombre de la tarea que será el primer trabajo a ejecutar en el pipeline, en este caso “CI_Construccion”.

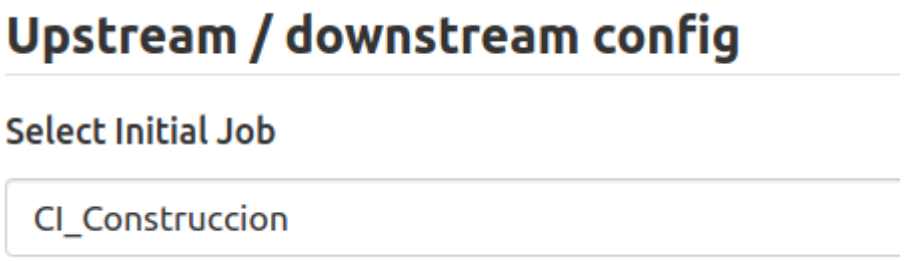


Figura 68 Configuración del primer trabajo a ejecutar en la CI.

En este caso la CI_Construccion inicia el flujo de toda la CI, para la configuración del orden de ejecución de las demás tareas se ingresa a un trabajo específico y se ingresa en su opción configurar, se marca la opción construir tras otros proyectos y se asigna el nombre del trabajo anterior a su ejecución.

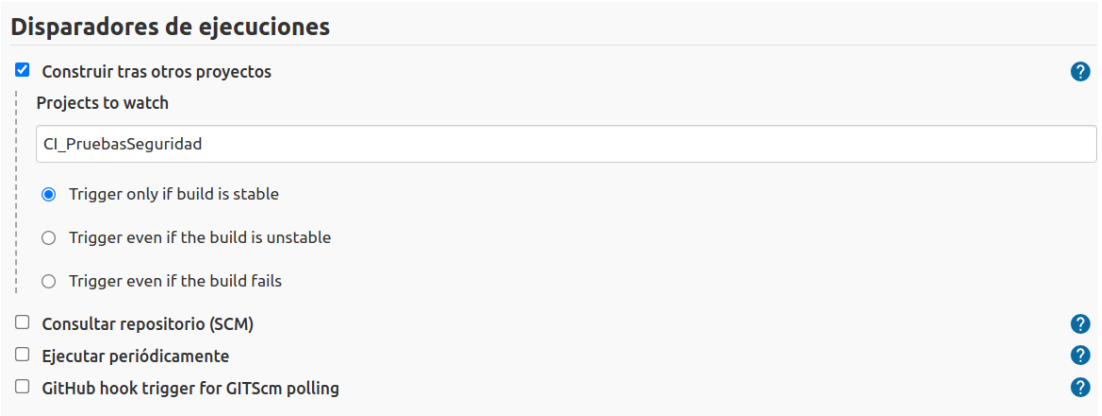


Figura 69 Opción de Disparadores de Ejecución dentro de la tarea CI_PruebasActualizacion.

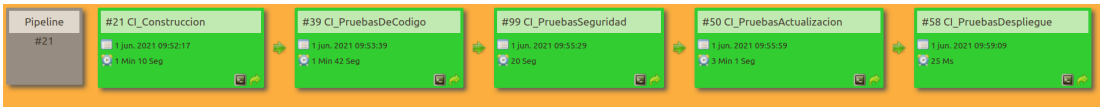


Figura 70 Flujo de las tareas en la CI.

Jenkins posee una configuración llamada Disparadores de ejecuciones que sirve para programar el inicio de la ejecución de una tarea, en este caso se configura que cada 15 minutos se dispare la tarea CI_Construccion.

Figura 71 Configuración de Disparadores de Ejecuciones.

3.4.1.3 Configuración de la tarea CI_PruebasActualizacion

La tarea CI_PruebasActualizacion se encarga de ejecutar las pruebas funcionales del servicio Empleado y las pruebas de seguridad sobre los contenedores que despliegan la aplicación, en esta configuración se asume que todas las herramientas se encuentran en el mismo servidor.

Como primer paso se debe recrear el funcionamiento de la Figura 40 dentro de Jenkins, como se mencionó en el capítulo 1 Diseño y arquitectura de la seguridad en un ambiente CI/CD Jenkins puede trabajar con repositorios, es decir se puede subir el archivo de docker compose dentro de un repositorio como Github y luego utilizarlo en Jenkins para construir los contenedores Docker con el servicio Empleado.

En este caso se necesita crear un repositorio GitHub con la estructura de directorio expuesta en la Figura 40.

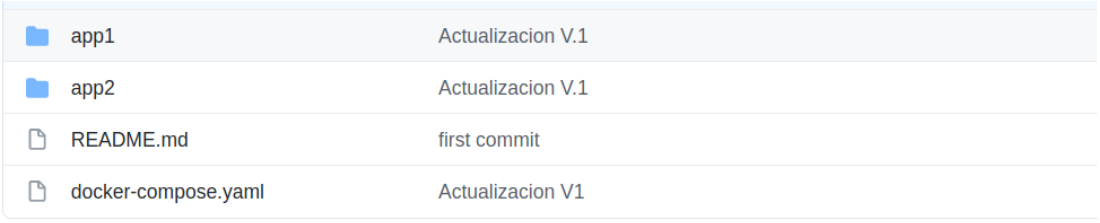


Figura 72 Estructura de directorios en repositorio GitHub.

Una vez configurado y creado el repositorio en GitHub Jenkins debe detectarlo y utilizarlo dentro de una tarea, para que Jenkins descargue los archivos de Github a su plataforma y los utilice debemos seguir los siguientes pasos:

Se ingresa en la configuración de la tarea en la sección General y se

selecciona el tipo de proyecto, en este caso es GitHub project esta opción permite ingresar la url del proyecto Github

https://github.com/DanielHur/Servicios.

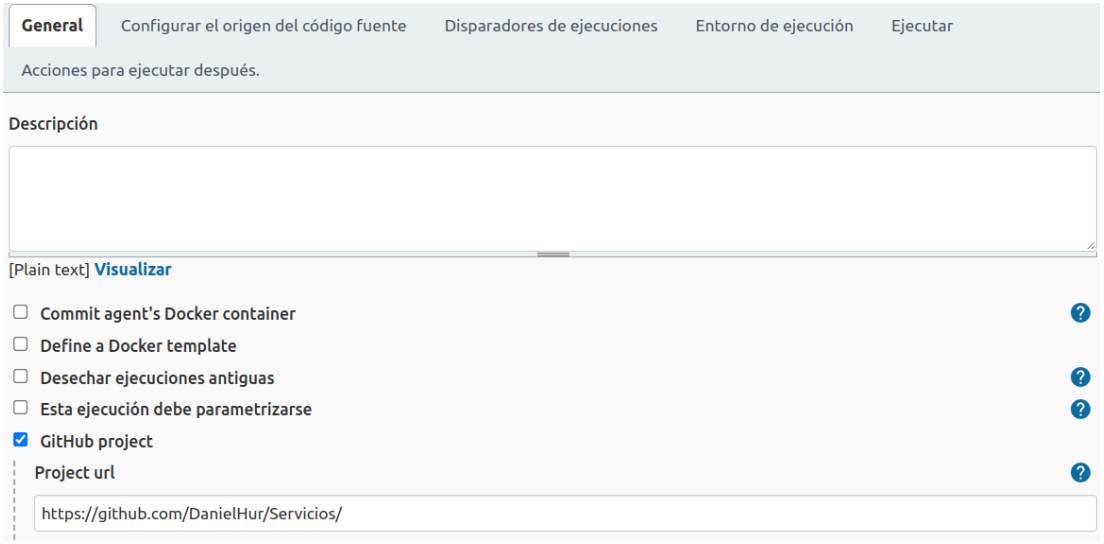


Figura 73 Configuración de un proyecto GitHub.

El siguiente paso es indicar a Jenkins el origen del código fuente, en esta sección Jenkins tiene una opción de versionar el repositorio con la herramienta Git, debido a que la conexión entre Jenkins y GitHub es a través de HTTPS se debe especificar las credenciales para autenticarse al repositorio las mismas son creadas en la sección Credentials de Jenkins para luego utilizarlo en la tarea.

Figura 74 Configuración del origen de código en Jenkins.

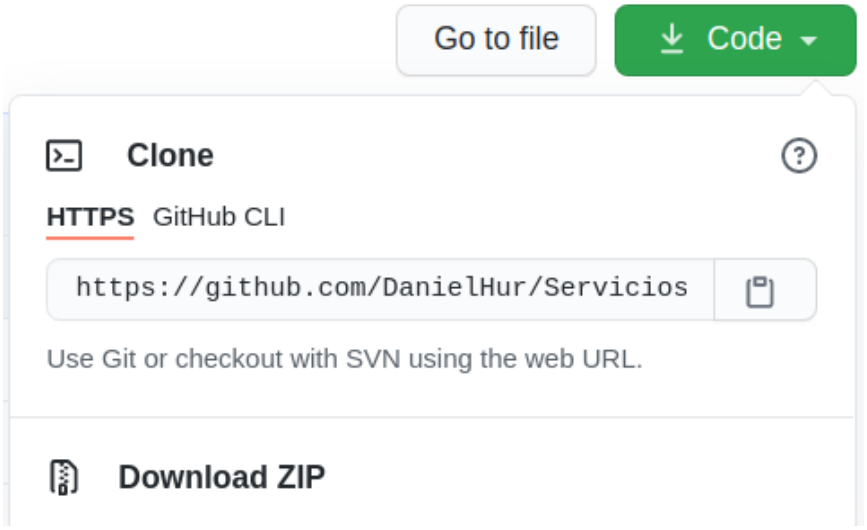


Figura 75 URL de conexión HTTPS Github.

La tarea CI_PruebasActualizacion se conecta al repositorio Github y verifica si hubo un cambio en los directorios, en caso de ser así lo actualiza en el workspace asignado a la tarea en Jenkins, para este caso particular los archivos se bajan en la ruta:

/var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion.

Al tener los archivos del repositorio ya se tiene lo necesario para construir los contenedores con los servicios de Empleados a partir del docker compose, para ello nos desplazamos más abajo dentro de la configuración de la tarea hasta la sección de Ejecutar y se añade la sección “Ejecutar líneas de comando (shell)“, esto despliega un cuadro donde podemos pasar comandos de consola desde la tarea de Jenkins.

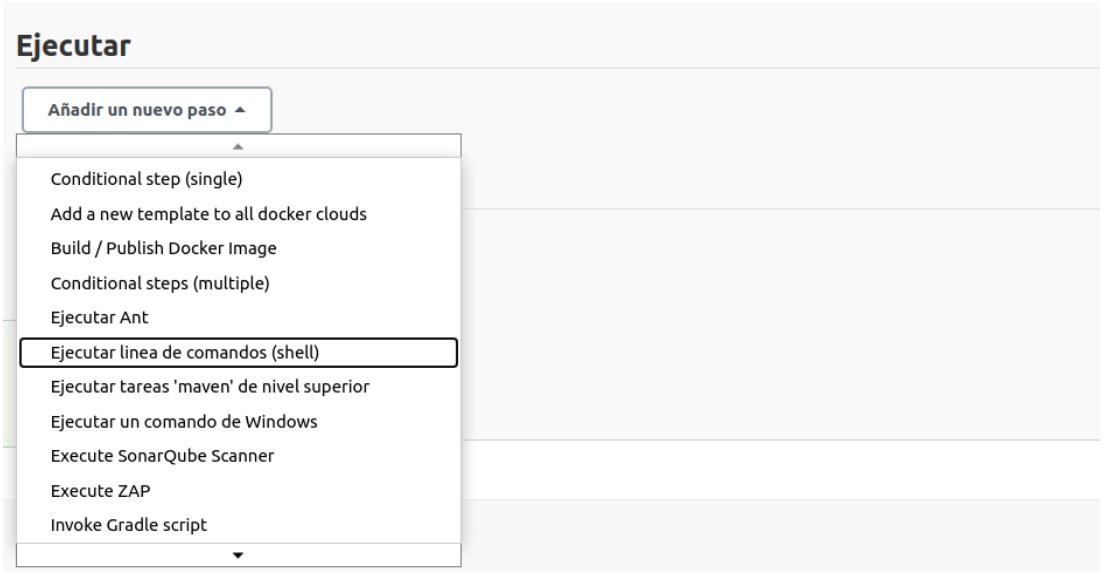


Figura 76 Opción Ejecutar línea de comandos (shell).

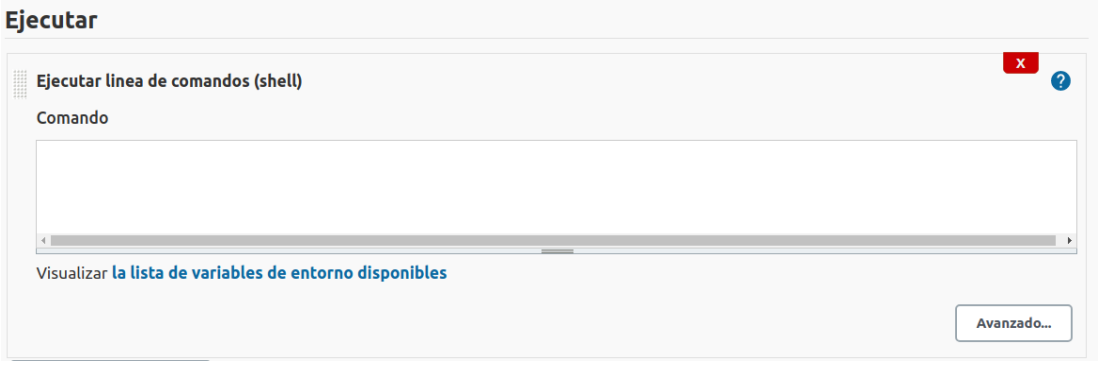


Figura 77 Cuadro para insertar líneas de comandos.

Se ingresan las sentencias necesarias para instalar los contenedores y correr el servicio Empleado, para ello ejecutamos los siguientes comandos.

Primero se posiciona sobre la carpeta del workspace de la tarea.

cd /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion

Y se ejecuta el comando docker-compose para construir.

docker-compose up -d --build

Esto inicia la construcción de los contenedores con el servicio Empleado, en el log de ejecución de la tarea en Jenkins se observa que en el espacio de trabajo /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion se crean los contenedores de acuerdo al Dockerfile descargado desde Github.

Figura 78 Salida de la consola de Jenkins cuando construye los contenedores.

Al ejecutar el comando docker ps se observa 2 contenedores activos ci_pruebasactualizacion_app1 y ci_pruebasactualizacion_app2.

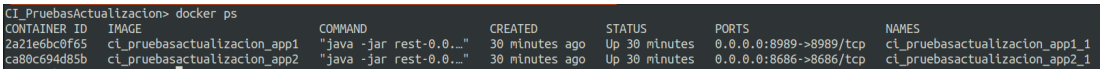


Figura 79 Contenedores en ejecución.

Los contenedores en este caso se despliegan con el nombre de la tarea de jenkins en minúscula en este caso ci_pruebasactualizacion seguido de un guión bajo y el nombre del servicio definido en el docker compose app1 y app2.

Una vez levantados los contenedores iniciamos las pruebas funcionales para determinar si el servicio Empleado funciona como se espera en ambas versiones del contenedor.

Como se mencionó anteriormente vamos a utilizar una herramienta llamada lightning para integrar las pruebas realizadas con Apache JMeter dentro de una CI.

3.4.1.3.1 Lightning

Lightning permite integrar las pruebas de Apache JMeter con el servidor CI/CD proporcionando información inequívoca para tomar decisiones autónomas si aprobar o rechazar el pipeline sin la necesidad de participación humana, si se considera el reporte generado por Apache Jmeter con los resultados de las pruebas de estrés sobre los servicios es posible generar un escenario donde estas pruebas determinan o no la continuidad del flujo del pipeline.

Si bien no es lo ideal la automatización de las pruebas de rendimiento debido a que se considera el factor humano un aspecto importante en su análisis, las pruebas realizadas en este caso sobre el servicio Empleado en ambos contenedores están basados en respuestas fijas de acuerdo a los parámetros que se le pasan; por lo que la funcionalidad del mismo se puede determinar por las respuestas satisfactorias que responden.

Lightning puede utilizarse tanto como un complemento dentro de Maven o descargarlo como un jar y utilizarlo de forma independiente, para este trabajo descargamos el JAR [14].

Clonamos el JAR desde su repositorio oficial en Git hub.

```
git clone https://github.com/automatictester/lightning-standalone-example.git
```

Figura 80 Comando para clonar Lightning desde el repositorio Git hub.

Lightning se utiliza para medir un conjunto de parámetros configurables por medio de un archivo xml en donde se definen los tipos de pruebas que pueden llevarse a cabo, en este trabajo analizamos las pruebas de transacciones aprobadas, para ello se configura un archivo xml llamado example.xml con la siguiente configuración [13].

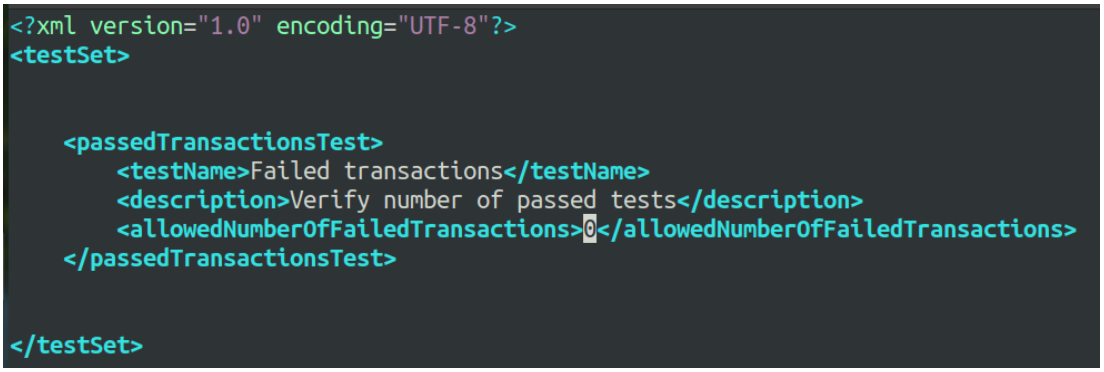


Figura 81 Configuración xml para análisis con Lightning.

El tag allowedNumberOfFailedTransaction indica a la herramienta la cantidad de fallas que puede tolerar la aplicación antes de fallar en la integración, en este caso será cero ya que se busca que los servicios sean ejecutados de forma satisfactoria en ambos contenedores.

3.4.1.3.2 Lightning y Apache Jmeter

Para integrar las pruebas de Apache Jmeter con la CI el mismo debe ser ejecutado desde la línea de comandos, en este caso la herramienta puede ejecutarse desde la terminal a partir de un proyecto guardado como el de la figura 31 Apache Jmeter posee una forma de ejecutarse en modo no gráfico a través de comandos que tiene la siguiente forma:

jmeter.sh -n -t test-file [-p property-file] [-l results-file] [-j log-file]

Como Lightning trabaja con archivos de extensión csv es necesario que Apache JMeter construya la salida de su análisis en este formato, para lograr esto se debe crear un archivo de configuración adicional llamado jmeter.properties y se debe definir que la salida de la prueba sea un archivo de formato csv.

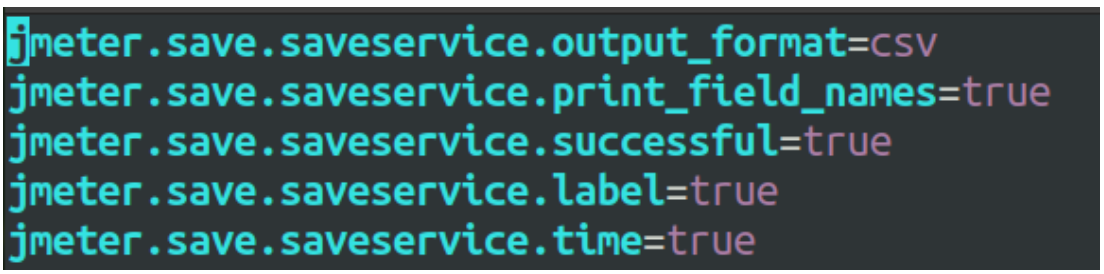


Figura 82 Configuración del archivo jmeter.properties.

Para ejecutar el Apache Jmeter y generar el archivo csv ejecutamos el siguiente comando.

```
sh jmeter.sh -n -t
/var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado.jmx -q
/var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/jmeter.properties -l /home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv
```

El Apache Jmeter se ejecuta en modo no gráfico a través del comando " -n -t " luego se indica la ruta del proyecto de pruebas como en este caso el proyecto fue descargado del repositorio Git Hub este se encuentra alojado dentro del workspace generado por Jenkins con el mismo nombre de la tarea CI_PruebasActualizacion "/var/lib/jenkins/workspace /CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado.jmx", luego se indica la ubicación del archivo de configuración jmeter.properties "/var/lib/jenkins/ workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/jmeter.properties" y por último se indica dónde se va a generar el archivo csv /home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv con este comando ejecutamos el Apache Jmeter de acuerdo a la prueba generada por QA y generamos el archivo csv.

El siguiente paso es ejecutar Lightning a partir del csv generado por Apache Jmeter utilizando el archivo de configuración example.xml de la figura 81 y determinar el avance o la detención de la tarea CI_PruebasActualizacion, para ello ejecutamos el siguiente comando.

```
echo Analiza reporte CSV

cd /home/dani/DockerServicio/lightning/lightning-standalone-example

java -jar bin/lightning-standalone-*.jar     verify
```

```
--xml=src/test/resources/xml/example.xml
--jmeter-csv=/home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv
```

Para ejecutar Lightning ingresamos en la dirección donde se encuentra el JAR descargado del repositorio Figura 79 con el comando "cd /home/dani/DockerServicio/lightning/lightning-standalone-example", una vez ubicado en el directorio donde se encuentra Lightning ejecutamos el JAR y utilizamos el archivo example.xml de la Figura 80 con el comando "java -jar bin/lightning-standalone-*.jar verify --xml=src/test/resources/ xml/example.xml" y se toma el archivo csv generado "--jmeter-csv=/home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv" este comando analiza el archivo csv y si existe algún error detiene la CI.

Para visualizar cómo se comporta Lightning ante un error encontrado en el archivo CSV emulamos un error dentro de las pruebas.

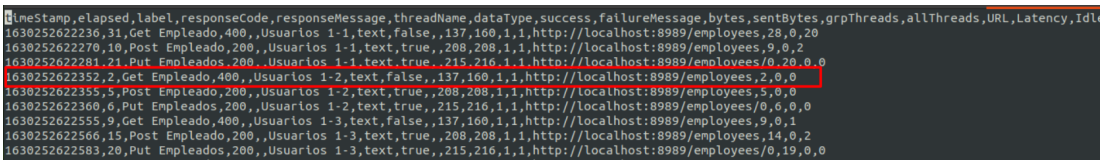


Figura 83 Archivo PruebaJmLig.csv.

En este caso se produce un error al hacer un get a la aplicación empleado nos da un código HTTP 400, ejecutamos Lightning dentro de la tarea CI_PruebasActualizacion en Jenkins para ello copiamos el comando expuesto anteriormente en la sección de Ejecutar Shell de Jenkins de la figura 76.

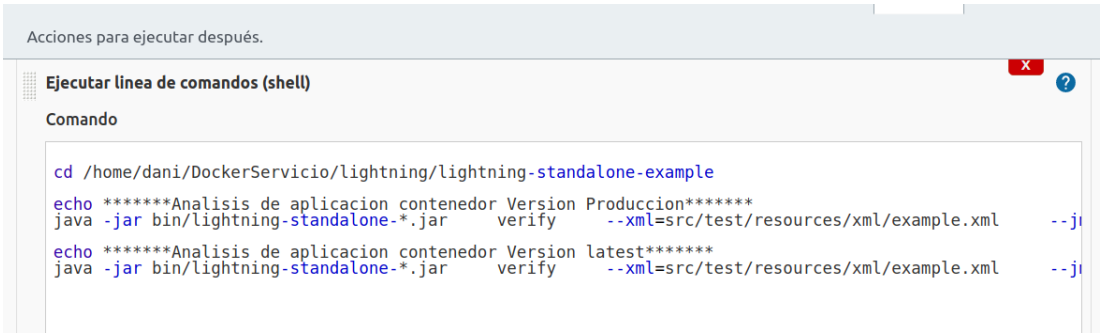


Figura 84 Comandos Lightning en Jenkins.

Si ejecutamos la tarea el log de Jenkins nos arroja el siguiente resultado.

```
+ echo Analiza reporte CSV
Analiza reporte CSV
+ cd /home/dani/DockerServicio/lightning/lightning-standalone-example
+ java -jar bin/lightning-standalone-7.0.0.jar verify --xml=src/test/resources/xml/example.xml --jmeter-
csv=/home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv
Test name:            Failed transactions
Test type:            passedTransactionsTest
Test description:     Verify number of passed tests
Expected result:      Number of failed transactions <= 0
Actual result:        Number of failed transactions = 3872
Transaction count:    3872
Test result:          FAIL



============= EXECUTION SUMMARY =============
Tests executed:    1
Tests passed:      0
Tests failed:      1
Tests errors:      0
Test set status:   FAIL
Execution time:    59ms
##teamcity[buildStatisticValue key='Failed transactions' value='3872']

Build step 'Ejecutar linea de comandos (shell)' marked build as failure
Finished: FAILURE
```

Figura 85 Log de Jenkins al ejecutar Lightning con errores encontrados.

En la Figura 85 observamos que existe errores dentro de las pruebas de estrés para el servicio Empleado por lo que Lightning detiene el flujo de la CI. Si corregimos el test y no existen errores encontrados se muestra el siguiente resultado:

```
+ echo Analiza reporte CSV
Analiza reporte CSV
+ cd /home/dani/DockerServicio/lightning/lightning-standalone-example
+ java -jar bin/lightning-standalone-7.0.0.jar verify --xml=src/test/resources/xml/example.xml --jmeter-
csv=/home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv
Test name:            Failed transactions
Test type:            passedTransactionsTest
Test description:     Verify number of passed tests
Expected result:      Number of failed transactions <= 0
Actual result:        Number of failed transactions = 0
Transaction count:    30
Test result:          Pass



============= EXECUTION SUMMARY =============
Tests executed:    1
Tests passed:      1
Tests failed:      0
Tests errors:      0
Test set status:   Pass
Execution time:    28ms
##teamcity[buildStatisticValue key='Failed transactions' value='0']

Lanzando una nueva ejecución de  CI_PruebasDespliegue
Finished: SUCCESS
```

Figura 86 Log de Jenkins al ejecutar Lightning con resultado exitoso.

En la Figura 86 se puede observar que el análisis fue exitoso y que a continuación se ejecutará la siguiente tarea CI_PruebasDespliegue, de esta manera Lightning permite integrar las pruebas de Apache JMeter de acuerdo a las configuraciones que establecemos en el archivo example.xml expuesto en la Figura 81 continuar o detener la CI.

3.4.1.3.1 Trivy y Jenkins

Como se mencionó en el capítulo 3.3.2 Trivy el equipo de seguridad definió que solo las vulnerabilidades críticas dentro del contenedor en la versión latest detienen la tarea CI_PruebasActualizacion, en esta etapa se va a generar un reporte de las vulnerabilidades encontradas y de acuerdo a la severidad se detendrá o se continuará con el pipeline.

A continuación se describen los pasos necesarios para ejecutar Trivy dentro de una CI:

Como primer paso se borra toda la información que Trivy podría tener en su caché sobre la imagen del contenedor de forma a volver a ejecutar un escaneo sobre la imagen con una base de datos de vulnerabilidades actualizadas y generar un reporte con los resultados arrojados, en caso de una vulnerabilidad crítica se detiene el pipeline, para ello ejecutamos el

siguiente comando:

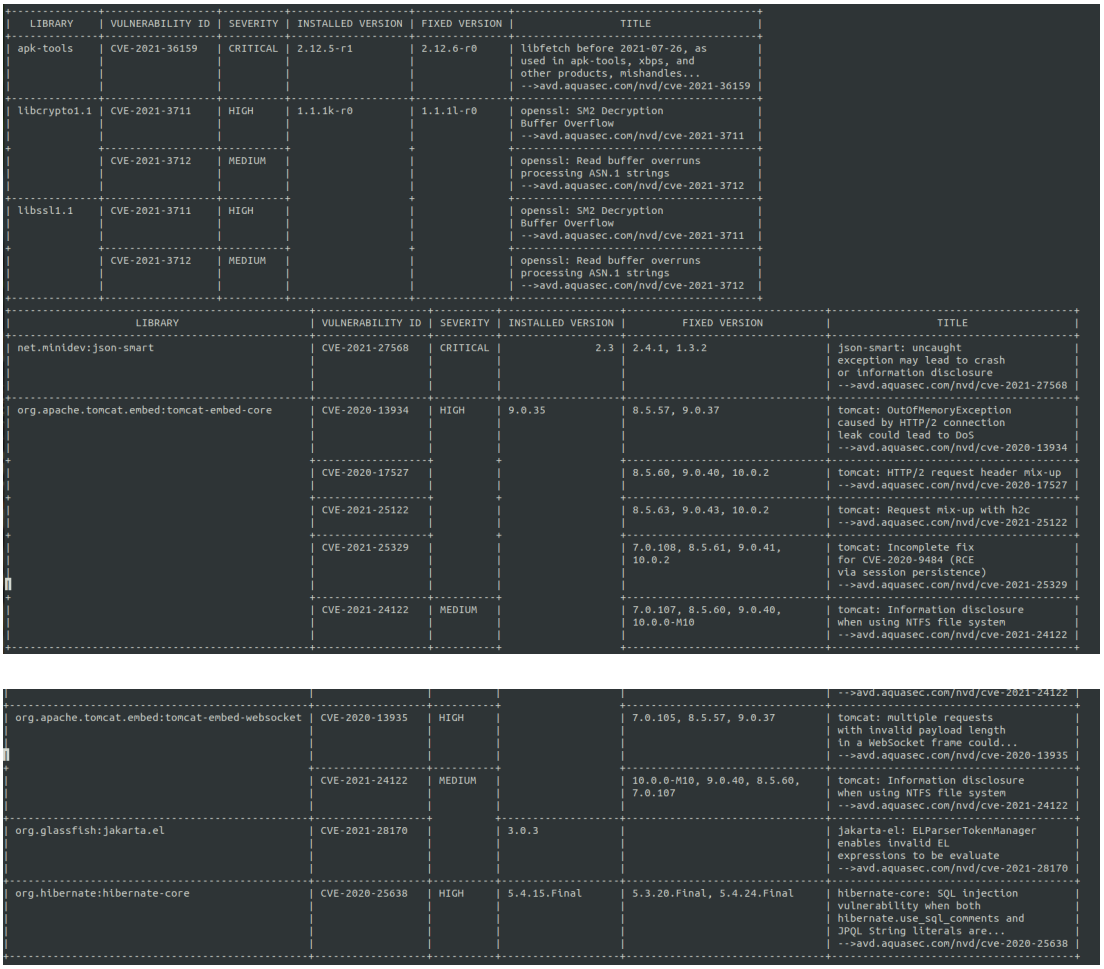
```
echo ********Borrando cache********
trivy --clear-cache ci_pruebasactualizacion_app1

echo ********Analiza vulnerabilidades********
trivy image --light --exit-code 1 --severity CRITICAL ci_pruebasactualizacion_app1


echo ********Exportando vulnerabilidades en Reporte********
trivy --output ReporteApp1 ci_pruebasactualizacion_app1
```

Al ejecutar estos comandos en Jenkins se produce la siguiente salida en el log.

```
+ echo ********Borrando cache********
********Borrando cache********
+ trivy --clear-cache ci_pruebasactualizacion_app1
2021-08-29T16:51:55.667-0400    [34mINFO[0m   Removing image caches...
+ echo ********Exportando vulnerabilidades en ReporteApp1
********Exportando vulnerabilidades en ReporteApp1
+ trivy --output ReporteApp1 ci_pruebasactualizacion_app1
2021-08-29T16:51:55.710-0400    [34mINFO[0m   Need to update DB
2021-08-29T16:51:55.710-0400    [34mINFO[0m   Downloading DB...
142.77 KiB / 23.09 MiB [>_____] 0.60% ? p/s ?729.84 KiB / 23.09 MiB [-
>_____] 3.09% ? p/s ?1.35 MiB / 23.09 MiB [---
>_____] 5.83% ? p/s ?1.35 MiB / 23.09 MiB [--
>_____] 5.83% 2.01 MiB p/s ETA 10s2.01 MiB / 23.09 MiB [----
>_____] 8.71% 2.01 MiB p/s ETA 10s2.30 MiB / 23.09 MiB [----
>_____] 9.95% 2.01 MiB p/s ETA 10s2.75 MiB / 23.09 MiB [-----
>_____] 11.90% 2.03 MiB p/s ETA 10s3.02 MiB / 23.09 MiB [------
>_____] 13.09% 2.03 MiB p/s ETA 9s3.44 MiB / 23.09 MiB [-------
>_____] 14.90% 2.03 MiB p/s ETA 9s3.91 MiB / 23.09 MiB [-------->_____]
16.95% 2.02 MiB p/s ETA 9s4.61 MiB / 23.09 MiB [--------->_____] 19.95% 2.02 MiB p/s ETA 9s5.35 MiB / 23.09
MiB [---------->_____] 23.19% 2.02 MiB p/s ETA 8s5.96 MiB / 23.09 MiB [-----------
>_____] 25.82% 2.11 MiB p/s ETA 8s6.12 MiB / 23.09 MiB [------------>_____]
26.52% 2.11 MiB p/s ETA 8s6.33 MiB / 23.09 MiB [------------>_____] 27.43% 2.11 MiB p/s ETA 7s6.44 MiB / 23.09
MiB [------------>_____] 27.90% 2.03 MiB p/s ETA 8s6.67 MiB / 23.09 MiB [-------------
>_____] 28.87% 2.03 MiB p/s ETA 8s6.99 MiB / 23.09 MiB [-------------->_____] 30.28%
2.03 MiB p/s ETA 7s7.62 MiB / 23.09 MiB [---------------->_____] 33.00% 2.03 MiB p/s ETA 7s8.38 MiB / 23.09 MiB [---
--------------->_____] 36.29% 2.03 MiB p/s ETA 7s8.99 MiB / 23.09 MiB [-----------------
>_____] 38.94% 2.03 MiB p/s ETA 6s9.59 MiB / 23.09 MiB [------------------->_____] 41.52% 2.11
MiB p/s ETA 6s10.31 MiB / 23.09 MiB [-------------------->_____] 44.64% 2.11 MiB p/s ETA 6s11.04 MiB / 23.09 MiB [-------
---------------->_____] 47.83% 2.11 MiB p/s ETA 5s11.83 MiB / 23.09 MiB [------------------------>_____]
51.24% 2.21 MiB p/s ETA 5s12.62 MiB / 23.09 MiB [------------------------->_____] 54.67% 2.21 MiB p/s ETA 4s13.46 MiB / 23.09
MiB [--------------------------->_____] 58.29% 2.21 MiB p/s ETA 4s14.29 MiB / 23.09 MiB [---------------------------
>_____] 61.88% 2.33 MiB p/s ETA 3s15.08 MiB / 23.09 MiB [------------------------------->_____] 65.34% 2.33 MiB p/s ETA
3s15.87 MiB / 23.09 MiB [-------------------------------->_____] 68.75% 2.33 MiB p/s ETA 3s16.71 MiB / 23.09 MiB [-------------------
---------->_____] 72.38% 2.44 MiB p/s ETA 2s17.45 MiB / 23.09 MiB [----------------------------------->_____] 75.58% 2.44
MiB p/s ETA 2s18.30 MiB / 23.09 MiB [------------------------------------->_____] 79.27% 2.44 MiB p/s ETA 1s19.09 MiB / 23.09 MiB [-------
---------------------------->_____] 82.70% 2.54 MiB p/s ETA 1s19.91 MiB / 23.09 MiB [---------------------------------------->_____]
86.25% 2.54 MiB p/s ETA 1s20.32 MiB / 23.09 MiB [----------------------------------------->____] 88.00% 2.54 MiB p/s ETA 1s20.43 MiB / 23.09
MiB [------------------------------------------>     ] 88.47% 2.52 MiB p/s ETA 1s20.43 MiB / 23.09 MiB [-----------------------------------
```

```
---->_____] 88.47% 2.52 MiB p/s ETA 1s20.43 MiB / 23.09 MiB [---------------------------------------->_____] 88.47% 2.52 MiB p/s ETA 1s20.81
MiB / 23.09 MiB [----------------------------------------->____] 90.14% 2.40 MiB p/s ETA 0s21.09 MiB / 23.09 MiB [-----------------------------
---------->____] 91.35% 2.40 MiB p/s ETA 0s21.49 MiB / 23.09 MiB [------------------------------------------>___] 93.09% 2.40 MiB p/s
ETA 0s21.93 MiB / 23.09 MiB [------------------------------------------->__] 94.99% 2.37 MiB p/s ETA 0s22.40 MiB / 23.09 MiB [---------------
--------------------------------->_] 97.00% 2.37 MiB p/s ETA 0s22.83 MiB / 23.09 MiB [-------------------------------------------------->] 98.86%
2.37 MiB p/s ETA 0s23.09 MiB / 23.09 MiB [---------------------------------------------------] 100.00% 2.57 MiB p/s 9s2021-08-29T16:53:01.167-
0400    □[34mINFO□[0m   Detecting Alpine vulnerabilities...
2021-08-29T16:53:01.172-0400    □[34mINFO□[0m   Detecting jar vulnerabilities...
2021-08-29T16:53:01.198-0400    □[33mWARN□[0m   This OS version is no longer supported by the distribution: alpine 3.10.9
2021-08-29T16:53:01.198-0400    □[33mWARN□[0m   The vulnerability detection may be insufficient because security updates are not provided

ci_pruebasactualizacion_app1 (alpine 3.10.9)
============================================
Total: 1 (UNKNOWN: 0, LOW: 0, MEDIUM: 0, HIGH: 0, CRITICAL: 1)


usr/src/servicio/rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar
========================================
Total: 10 (UNKNOWN: 0, LOW: 0, MEDIUM: 3, HIGH: 6, CRITICAL: 1)

+ echo ********Analiza vulnerabilidades********
********Analiza vulnerabilidades********
+ trivy image --light --exit-code 1 --severity CRITICAL ci_pruebasactualizacion_app1
2021-08-29T16:53:01.435-0400    □[34mINFO□[0m   Need to update DB
2021-08-29T16:53:01.436-0400    □[34mINFO□[0m   Downloading DB...
103.65 KiB / 5.72 MiB [->_____________________________________________________] 1.77% ? p/s ?255.96 KiB / 5.72 MiB [--
>_____________________________________________] 4.37% ? p/s ?936.42 KiB / 5.72 MiB [---------
>_____________________________________________] 16.00% ? p/s ?2.11 MiB / 5.72 MiB [------------------>_____________________________]
36.98% 3.36 MiB p/s ETA 1s3.11 MiB / 5.72 MiB [--------------------------->_____________________] 54.47% 3.36 MiB p/s ETA 0s3.11 MiB / 5.72
MiB [--------------------------->_____________________] 54.47% 3.36 MiB p/s ETA 0s3.78 MiB / 5.72 MiB [-------------------------------
>________________] 66.09% 3.32 MiB p/s ETA 0s5.47 MiB / 5.72 MiB [------------------------------------------->__] 95.74% 3.32 MiB p/s ETA
0s5.72 MiB / 5.72 MiB [---------------------------------------------------] 100.00% 3.72 MiB p/s 2s2021-08-29T16:53:10.429-0400
□[34mINFO□[0m   Detecting Alpine vulnerabilities...
2021-08-29T16:53:10.434-0400    □[34mINFO□[0m   Detecting jar vulnerabilities...
2021-08-29T16:53:10.459-0400    □[33mWARN□[0m   This OS version is no longer supported by the distribution: alpine 3.10.9
2021-08-29T16:53:10.459-0400    □[33mWARN□[0m   The vulnerability detection may be insufficient because security updates are not provided

ci_pruebasactualizacion_app1 (alpine 3.10.9)
============================================

Total: 1 (CRITICAL: 1)

+-----------+------------------+----------+-------------------+---------------+
|  LIBRARY  | VULNERABILITY ID | SEVERITY | INSTALLED VERSION | FIXED VERSION |
+-----------+------------------+----------+-------------------+---------------+
| apk-tools | CVE-2021-36159   | CRITICAL | 2.10.6-r0         | 2.10.7-r0     |
+-----------+------------------+----------+-------------------+---------------+

usr/src/servicio/rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar
========================================
Total: 1 (CRITICAL: 1)

+------------------------+------------------+----------+-------------------+---------------+
|        LIBRARY         | VULNERABILITY ID | SEVERITY | INSTALLED VERSION | FIXED VERSION |
+------------------------+------------------+----------+-------------------+---------------+
| net.minidev:json-smart | CVE-2021-27568   | CRITICAL |               2.3 | 2.4.1, 1.3.2  |
+------------------------+------------------+----------+-------------------+---------------+
Build step 'Ejecutar linea de comandos (shell)' marked build as failure
Finished: FAILURE
```

Figura 87 Log de Jenkins al ejecutar Trivy.



LIBRARY	VULNERABILITY ID	SEVERITY	INSTALLED VERSION	FIXED VERSION	TITLE
apk-tools	CVE-2021-36159	CRITICAL	2.12.5-r1	2.12.6-r0	libfetch before 2021-07-26, as used in apk-tools, xbps, and other products, mishandles... --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-36159
libcrypto1.1	CVE-2021-3711	HIGH	1.1.1k-r0	1.1.1l-r0	openssl: SM2 Decryption Buffer Overflow --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-3711
	CVE-2021-3712	MEDIUM			openssl: Read buffer overruns processing ASN.1 strings --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-3712
libssl1.1	CVE-2021-3711	HIGH			openssl: SM2 Decryption Buffer Overflow --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-3711
	CVE-2021-3712	MEDIUM			openssl: Read buffer overruns processing ASN.1 strings --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-3712

LIBRARY	VULNERABILITY ID	SEVERITY	INSTALLED VERSION	FIXED VERSION	TITLE
net.minidev:json-smart	CVE-2021-27568	CRITICAL	2.3	2.4.1, 1.3.2	json-smart: uncaught exception may lead to crash or information disclosure --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-27568
org.apache.tomcat.embed:tomcat-embed-core	CVE-2020-13934	HIGH	9.0.35	8.5.57, 9.0.37	tomcat: OutOfMemoryException caused by HTTP/2 connection leak could lead to DoS --avd.aquasec.com/nvd/cve-2020-13934
	CVE-2020-17527			8.5.60, 9.0.40, 10.0.2	tomcat: HTTP/2 request header mix-up --avd.aquasec.com/nvd/cve-2020-17527
	CVE-2021-25122			8.5.63, 9.0.43, 10.0.2	tomcat: Request mix-up with h2c --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-25122
	CVE-2021-25329			7.0.108, 8.5.61, 9.0.41, 10.0.2	tomcat: Incomplete fix for CVE-2020-9484 (RCE via session persistence) --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-25329
	CVE-2021-24122	MEDIUM		7.0.107, 8.5.60, 9.0.40, 10.0.0-M10	tomcat: Information disclosure when using NTFS file system --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-24122
org.apache.tomcat.embed:tomcat-embed-websocket	CVE-2020-13935	HIGH		7.0.105, 8.5.57, 9.0.37	tomcat: multiple requests with invalid payload length in a WebSocket frame could... --avd.aquasec.com/nvd/cve-2020-13935
	CVE-2021-24122	MEDIUM		10.0.0-M10, 9.0.40, 8.5.60, 7.0.107	tomcat: Information disclosure when using NTFS file system --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-24122
org.glassfish:jakarta.el	CVE-2021-28170		3.0.3		jakarta-el: ELParserTokenManager enables invalid EL expressions to be evaluate --avd.aquasec.com/nvd/cve-2021-28170
org.hibernate:hibernate-core	CVE-2020-25638	HIGH	5.4.15.Final	5.3.20.Final, 5.4.24.Final	hibernate-core: SQL injection vulnerability when both hibernate.use_sql_comments and JPQL String literals are... --avd.aquasec.com/nvd/cve-2020-25638

Figura 88 Reporte de vulnerabilidades Trivy.

En este caso se detiene la tarea debido a que el contenedor en la versión latest posee una vulnerabilidad crítica, por lo que las pruebas de actualización serán detenidas.

4. Implementación de las pruebas de actualización

Una vez desarrollado todos los pasos necesarios para las pruebas de actualización es momento de unir todos los procesos en una sola tarea de Jenkins, para ello nos disponemos a escribir los comandos necesarios dentro de la herramienta en la sección de Ejecutar/Ejecutar líneas de comandos (shell) Figura 76:

Resumimos los pasos que debe realizar la CI_PruebasActualizacion:

1. Levantamos los contenedores con el servicio Empleado en ambas versiones, uno en latest y otro en la versión de

producción alpine:3.10.

2. Aplicamos las pruebas elaboradas en Jmeter para generar los informes y generar el archivo csv.
3. Ejecutamos Lightning para analizar los resultados arrojados de las pruebas con Apache Jmeter.
4. Realizamos el test de vulnerabilidades sobre el contenedor en la versión latest.

Figura 89 Comandos de ejecución para la tarea CI_PruebasActualizacion.

```
cd /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion
docker-compose up -d --build
sleep 5


echo ********ANALISIS DE FUNCIONALIDAD********
echo *******Generar Archivo csv con Apache JMeter*******
cd /home/dani/apache-jmeter-5.3/bin
sh jmeter.sh -Jjmeter.save.saveservice.output_format=xml -n -t
/var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Emple
ado.jmx -l
/home/dani/Servicios/Servicios/JmeterPruebas/TestVersionLatest.jtl
sh jmeter.sh -Jjmeter.save.saveservice.output_format=xml -n -t
/var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Emple
ado2.jmx -l
/home/dani/Servicios/Servicios/JmeterPruebas/TestVersionProd2/home/da
ni/Servicios/Servicios/JmeterPruebas/TestVersionProd.jtl
.jtl
```

```
echo *******Generar Archivo csv con Apache JMeter aplicacion version latest*******
sh jmeter.sh -n -t /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado.jmx -q /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/jmeter.properties -l /home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv


echo *******Generar Archivo csv con Apache JMeter aplicacion version produccion*******
sh jmeter.sh -n -t /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado2.jmx -q /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/jmeter.properties -l /home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig1.csv


echo *******Analisis de aplicacion contenedor Version Produccion*******
cd /home/dani/DockerServicio/lightning/lightning-standalone-example
java -jar bin/lightning-standalone-*.jar verify --xml=src/test/resources/xml/example.xml --jmeter-csv=/home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv



echo *******Analisis de aplicacion contenedor Version latest*******
java -jar bin/lightning-standalone-*.jar verify --xml=src/test/resources/xml/example.xml --jmeter-csv=/home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig1.csv




echo ********ANALISIS DE VUNERABILIDADES********
echo ********Borrando cache********
trivy --clear-cache ci_pruebasactualizacion_app1

echo ********Exportando vulnerabilidades en Reporte********
trivy --output ReporteApp1 ci_pruebasactualizacion_app1

echo ********Analiza vulnerabilidades********
trivy image --light --exit-code 1 --severity CRITICAL ci_pruebasactualizacion_app1
```

Ejecutamos la tarea CI_PruebasActualizacion y observamos los logs.

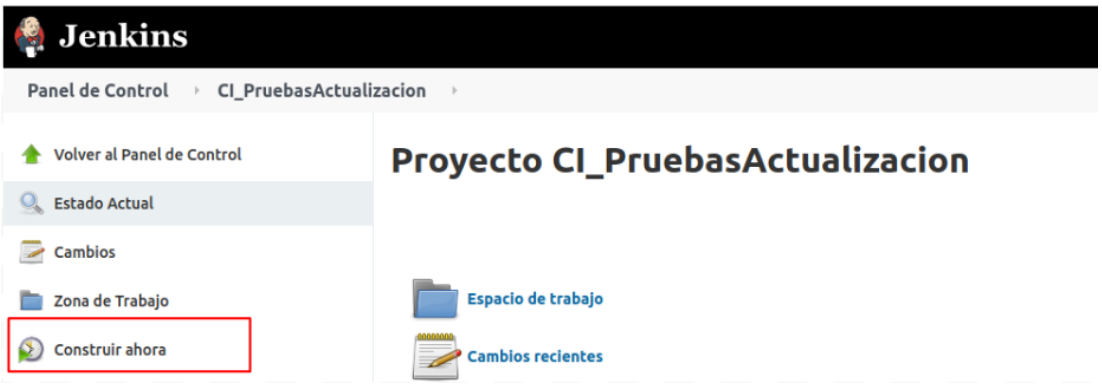


Figura 90. Opción de Jenkins para construir la tarea.

Salida del Log de Jenkins de la tarea CI_PruebasActualizacion.

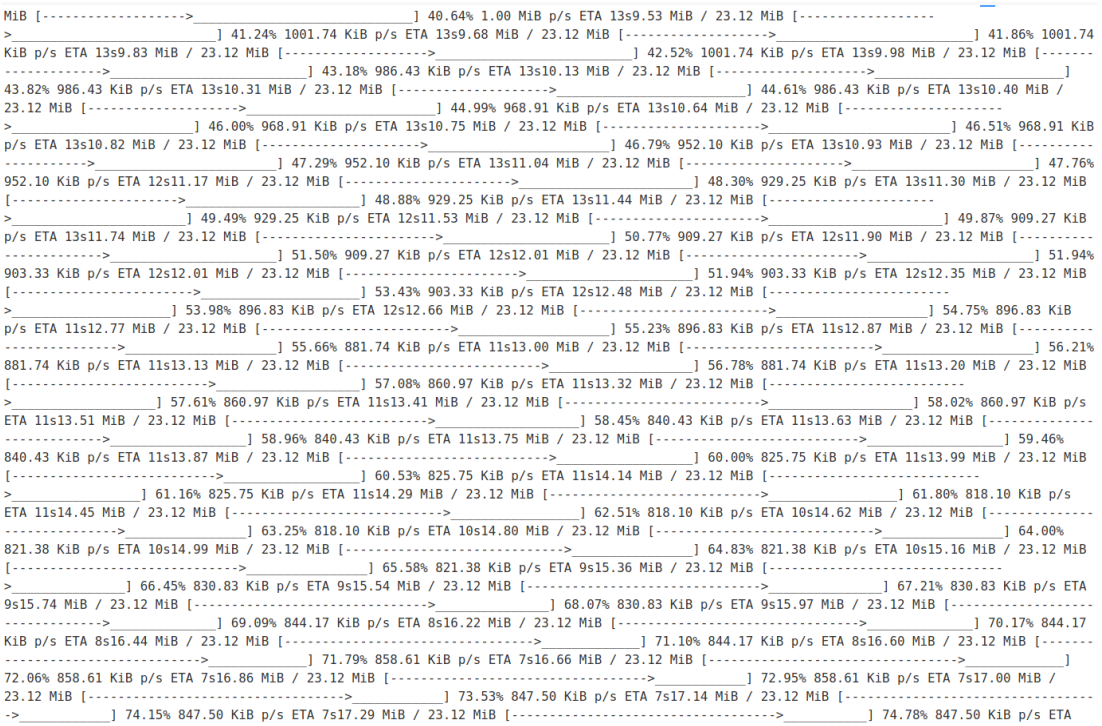
Salida de consola

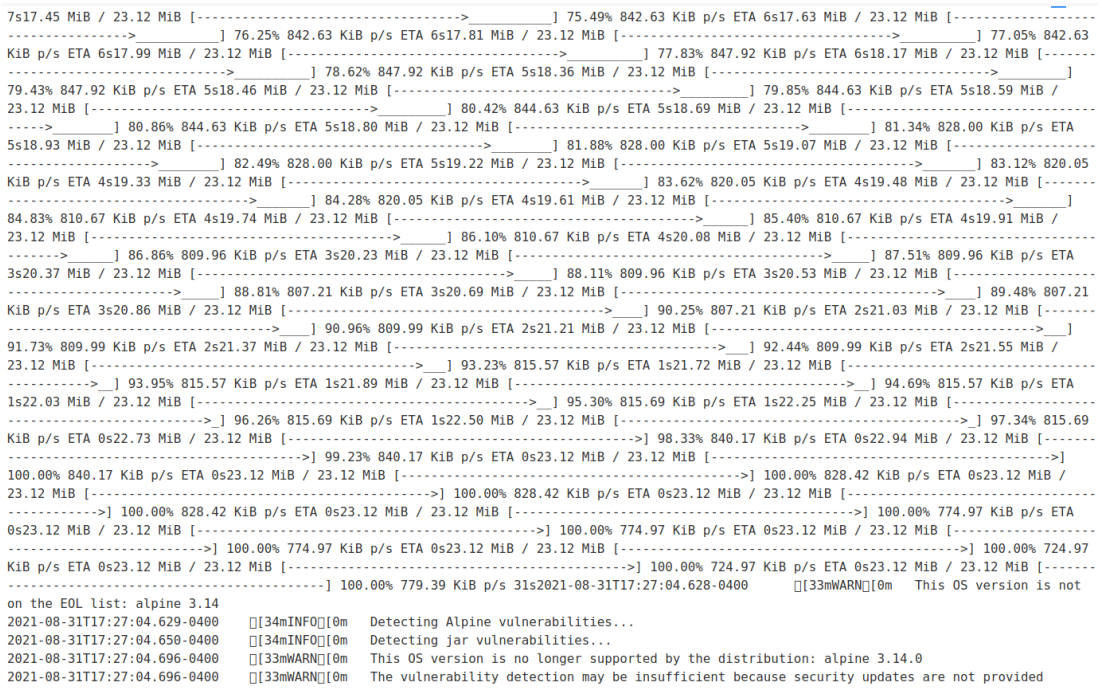
```
Lanzada por el usuario unknown or anonymous
Running as SYSTEM
Ejecutando.en el espacio de trabajo /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion
The recommended git tool is: NONE
using credential f8a0be8a-e6f9-4977-babb-ef57e6e2d3df
 > git rev-parse --is-inside-work-tree # timeout=10
Fetching changes from the remote Git repository
 > git config remote.origin.url https://github.com/DanielHur/Servicios.git # timeout=10
Fetching upstream changes from https://github.com/DanielHur/Servicios.git
 > git --version # timeout=10
 > git --version # 'git version 2.25.1'
using GIT_ASKPASS to set credentials Contrasena GitHub
 > git fetch --tags --force --progress -- https://github.com/DanielHur/Servicios.git +refs/heads/*:refs/remotes/origin/* # timeout=10
 > git rev-parse refs/remotes/origin/main^{commit} # timeout=10
Checking out Revision 4a0cd76b6e2cd2aa9c562cbf6e8ea122d24acf8b (refs/remotes/origin/main)
 > git config core.sparsecheckout # timeout=10
 > git checkout -f 4a0cd76b6e2cd2aa9c562cbf6e8ea122d24acf8b # timeout=10
Commit message: "Actualizacion V1"
 > git rev-list --no-walk 4a0cd76b6e2cd2aa9c562cbf6e8ea122d24acf8b # timeout=10
[CI_PruebasActualizacion] $ /bin/sh -xe /tmp/jenkins10674894234293231818.sh
+ cd /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion
+ docker-compose up -d --build
Building app1
Step 1/7 : FROM alpine:latest
 ---> d4ff818577bc
Step 2/7 : RUN apk add openjdk11
 ---> Using cache
 ---> bd6fdb191b78
Step 3/7 : ENV JAVA_HOME="/usr/lib/jvm/default-jvm/"
 ---> Using cache
 ---> 38127fd4cbcc
```

```
Step 4/7 : ENV PATH=$PATH:${JAVA_HOME}/bin
 ---> Using cache
 ---> 42f7e4e66923
Step 5/7 : COPY . /usr/src/servicio
 ---> Using cache
 ---> adfb82ea5fb8
Step 6/7 : WORKDIR /usr/src/servicio
 ---> Using cache
 ---> 708c6dd71d93
Step 7/7 : CMD [ "java", "-jar", "rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar" ]
 ---> Using cache
 ---> 579719b69aff
Successfully built 579719b69aff
Successfully tagged ci_pruebasactualizacion_app1:latest
Building app2
Step 1/7 : FROM alpine:3.10.9
 ---> e7b300aee9f9
Step 2/7 : RUN apk add openjdk11
 ---> Using cache
 ---> fb26fba87460
Step 3/7 : ENV JAVA_HOME="/usr/lib/jvm/default-jvm/"
 ---> Using cache
 ---> bceb12dda77d
Step 4/7 : ENV PATH=$PATH:${JAVA_HOME}/bin
 ---> Using cache
 ---> 36f6ae10de14
Step 5/7 : COPY . /usr/src/servicio
 ---> Using cache
 ---> cbcd0d743a41
Step 6/7 : WORKDIR /usr/src/servicio
 ---> Using cache
 ---> bd2288970c44
Step 7/7 : CMD [ "java", "-jar", "rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar" ]
 ---> Using cache
 ---> 4e53f1028b62
Successfully built 4e53f1028b62
Successfully tagged ci_pruebasactualizacion_app2:latest
```

```
ci_pruebasactualizacion_app2_1 is up-to-date
ci_pruebasactualizacion_app1_1 is up-to-date
+ sleep 5
+ echo ********ANALISIS DE FUNCIONALIDAD********
********ANALISIS DE FUNCIONALIDAD********
+ echo *******Generar Archivo csv con Apache JMeter*******
*******Generar Archivo csv con Apache JMeter*******
+ cd /home/dani/apache-jmeter-5.3/bin
+ sh jmeter.sh -Jjmeter.save.saveservice.output_format=xml -n -t /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado.jmx -
l /home/dani/Servicios/Servicios/JmeterPruebas/TestVersionLatest.jtl
Creating summariser <summary>
Created the tree successfully using /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado.jmx
Starting standalone test @ Tue Aug 31 17:25:20 PYT 2021 (1630445120920)
Waiting for possible Shutdown/StopTestNow/HeapDump/ThreadDump message on port 4445
summary =     30 in 00:00:02 =   15,9/s Avg:    24 Min:     3 Max:   128 Err:     0 (0,00%)
Tidying up ...    @ Tue Aug 31 17:25:23 PYT 2021 (1630445123381)
... end of run
+ sh jmeter.sh -Jjmeter.save.saveservice.output_format=xml -n -t /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado2.jmx
-l /home/dani/Servicios/Servicios/JmeterPruebas/TestVersionProd.jtl
Creating summariser <summary>
Created the tree successfully using /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado2.jmx
Starting standalone test @ Tue Aug 31 17:25:24 PYT 2021 (1630445124905)
Waiting for possible Shutdown/StopTestNow/HeapDump/ThreadDump message on port 4445
summary =     30 in 00:00:02 =   15,6/s Avg:    33 Min:     3 Max:   252 Err:     0 (0,00%)
Tidying up ...    @ Tue Aug 31 17:25:27 PYT 2021 (1630445127184)
... end of run
+ echo *******Generar Archivo csv con Apache JMeter aplicacion version latest*******
*******Generar Archivo csv con Apache JMeter aplicacion version latest*******
+ sh jmeter.sh -n -t /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado.jmx -q
/var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/jmeter.properties -l /home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv
Creating summariser <summary>
Created the tree successfully using /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado.jmx
Starting standalone test @ Tue Aug 31 17:25:28 PYT 2021 (1630445128780)
Waiting for possible Shutdown/StopTestNow/HeapDump/ThreadDump message on port 4445
summary +     13 in 00:00:01 =   15,0/s Avg:    11 Min:     3 Max:    46 Err:     0 (0,00%) Active: 1 Started: 10 Finished: 9
summary +     17 in 00:00:01 =   16,3/s Avg:    16 Min:     9 Max:    25 Err:     0 (0,00%) Active: 0 Started: 20 Finished: 20
summary =     30 in 00:00:02 =   15,7/s Avg:    14 Min:     3 Max:    46 Err:     0 (0,00%)
Tidying up ...    @ Tue Aug 31 17:25:31 PYT 2021 (1630445131064)


... end of run
+ echo *******Generar Archivo csv con Apache JMeter aplicacion version produccion*******
*******Generar Archivo csv con Apache JMeter aplicacion version produccion*******
+ sh jmeter.sh -n -t /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado2.jmx -q
/var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/jmeter.properties -l /home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig1.csv
Creating summariser <summary>
Created the tree successfully using /var/lib/jenkins/workspace/CI_PruebasActualizacion/JmeterPruebas/Empleado2.jmx
Starting standalone test @ Tue Aug 31 17:25:32 PYT 2021 (1630445132626)
Waiting for possible Shutdown/StopTestNow/HeapDump/ThreadDump message on port 4445
summary +      1 in 00:00:00 =    4,9/s Avg:    40 Min:    40 Max:    40 Err:     0 (0,00%) Active: 1 Started: 2 Finished: 1
summary +     29 in 00:00:02 =   17,3/s Avg:     9 Min:     3 Max:    24 Err:     0 (0,00%) Active: 0 Started: 20 Finished: 20
summary =     30 in 00:00:02 =   16,0/s Avg:    10 Min:     3 Max:    40 Err:     0 (0,00%)
Tidying up ...    @ Tue Aug 31 17:25:34 PYT 2021 (1630445134851)
... end of run
+ cd /home/dani/DockerServicio/lightning/lightning-standalone-example
+ echo *******Analisis de aplicacion contenedor Version Produccion*******
*******Analisis de aplicacion contenedor Version Produccion*******
+ java -jar bin/lightning-standalone-7.0.0.jar verify --xml=src/test/resources/xml/example.xml --jmeter-
csv=/home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig.csv
Test name:            Failed transactions
Test type:            passedTransactionsTest
Test description:     Verify number of passed tests
Expected result:      Number of failed transactions <= 0
Actual result:        Number of failed transactions = 0
Transaction count:    60
Test result:          Pass


============= EXECUTION SUMMARY =============
Tests executed:    1
Tests passed:      1
Tests failed:      0
Tests errors:      0
Test set status:   Pass
Execution time:    55ms
##teamcity[buildStatisticValue key='Failed transactions' value='0']
```

```
+ echo *******Analisis de aplicacion contenedor Version latest*******
*******Analisis de aplicacion contenedor Version latest*******
+ java -jar bin/lightning-standalone-7.0.0.jar verify --xml=src/test/resources/xml/example.xml --jmeter-
csv=/home/dani/DockerServicio/ReportesTest/PruebaJmLig1.csv
Test name:            Failed transactions
Test type:            passedTransactionsTest
Test description:     Verify number of passed tests
Expected result:      Number of failed transactions <= 0
Actual result:        Number of failed transactions = 0
Transaction count:    60
Test result:          Pass



============= EXECUTION SUMMARY =============
Tests executed:    1
Tests passed:      1
Tests failed:      0
Tests errors:      0
Test set status:   Pass
Execution time:    24ms
##teamcity[buildStatisticValue key='Failed transactions' value='0']

+ echo ********ANALISIS DE VUNERABILIDADES********
********ANALISIS DE VUNERABILIDADES********
+ echo ********Borrando cache********
********Borrando cache********
+ trivy --clear-cache ci_pruebasactualizacion_app1
2021-08-31T17:25:41.552-0400    [34mINFO[0m   Removing image caches...
+ echo ********Exportando vulnerabilidades en ReporteApp1
********Exportando vulnerabilidades en ReporteApp1
+ trivy --output ReporteApp1 ci_pruebasactualizacion_app1
2021-08-31T17:25:41.641-0400    [34mINFO[0m   Need to update DB
2021-08-31T17:25:41.641-0400    [34mINFO[0m   Downloading DB...
172.14 KiB / 23.12 MiB [>_____________________________________________________] 0.73% ? p/s ?402.23 KiB / 23.12 MiB [-
>_____________________________________________________] 1.70% ? p/s ?690.32 KiB / 23.12 MiB [-
>_____________________________________________________] 2.92% ? p/s ?1010.27 KiB / 23.12 MiB [--
>_____________________________________________] 4.27% 1.36 MiB p/s ETA 16s1.31 MiB / 23.12 MiB [--


>_____________________________________________] 5.65% 1.36 MiB p/s ETA 15s1.55 MiB / 23.12 MiB [---
>_____________________________________________] 6.70% 1.36 MiB p/s ETA 15s1.72 MiB / 23.12 MiB [---
>_____________________________________________] 7.44% 1.36 MiB p/s ETA 15s1.96 MiB / 23.12 MiB [----
>_____________________________________________] 8.46% 1.36 MiB p/s ETA 15s2.24 MiB / 23.12 MiB [----
>_____________________________________________] 9.67% 1.36 MiB p/s ETA 15s2.55 MiB / 23.12 MiB [-----
>_____________________________________________] 11.03% 1.36 MiB p/s ETA 15s2.74 MiB / 23.12 MiB [-----
>_____________________________________________] 11.84% 1.36 MiB p/s ETA 15s2.91 MiB / 23.12 MiB [------
>_____________________________________________] 12.58% 1.36 MiB p/s ETA 14s3.08 MiB / 23.12 MiB [------>_____________________________________________]
13.34% 1.33 MiB p/s ETA 15s3.28 MiB / 23.12 MiB [------>_____________________________________________] 14.20% 1.33 MiB p/s ETA 14s3.37 MiB / 23.12
MiB [------->_____________________________________________] 14.60% 1.33 MiB p/s ETA 14s3.52 MiB / 23.12 MiB [-------
>_____________________________________________] 15.23% 1.29 MiB p/s ETA 15s3.67 MiB / 23.12 MiB [------->_____________________________________________]
15.87% 1.29 MiB p/s ETA 15s3.79 MiB / 23.12 MiB [-------->_____________________________________________] 16.40% 1.29 MiB p/s ETA 15s3.96 MiB / 23.12
MiB [-------->_____________________________________________] 17.14% 1.25 MiB p/s ETA 15s4.09 MiB / 23.12 MiB [--------
>_____________________________________________] 17.71% 1.25 MiB p/s ETA 15s4.25 MiB / 23.12 MiB [-------->_____________________________________________]
18.36% 1.25 MiB p/s ETA 15s4.43 MiB / 23.12 MiB [--------->_____________________________________________] 19.16% 1.22 MiB p/s ETA 15s4.64 MiB / 23.12
MiB [--------->_____________________________________________] 20.05% 1.22 MiB p/s ETA 15s4.84 MiB / 23.12 MiB [----------
>_____________________________________________] 20.93% 1.22 MiB p/s ETA 14s5.05 MiB / 23.12 MiB [---------->_____________________________________________]
21.84% 1.21 MiB p/s ETA 14s5.19 MiB / 23.12 MiB [----------->_____________________________________________] 22.45% 1.21 MiB p/s ETA 14s5.35 MiB / 23.12
MiB [----------->_____________________________________________] 23.12% 1.21 MiB p/s ETA 14s5.55 MiB / 23.12 MiB [-----------
>_____________________________________________] 23.99% 1.19 MiB p/s ETA 14s5.73 MiB / 23.12 MiB [------------>_____________________________________________]
24.81% 1.19 MiB p/s ETA 14s5.92 MiB / 23.12 MiB [------------>_____________________________________________] 25.59% 1.19 MiB p/s ETA 14s6.11 MiB / 23.12
MiB [------------>_____________________________________________] 26.42% 1.17 MiB p/s ETA 14s6.23 MiB / 23.12 MiB [-------------
>_____________________________________________] 26.96% 1.17 MiB p/s ETA 14s6.33 MiB / 23.12 MiB [------------->_____________________________________________] 27.37%
1.17 MiB p/s ETA 14s6.48 MiB / 23.12 MiB [------------->_____________________________________________] 28.01% 1.13 MiB p/s ETA 14s6.61 MiB / 23.12 MiB [--
------------>_____________________________________________] 28.60% 1.13 MiB p/s ETA 14s6.78 MiB / 23.12 MiB [--------------
>_____________________________________________] 29.33% 1.13 MiB p/s ETA 14s6.94 MiB / 23.12 MiB [-------------->_____________________________________________] 30.03%
1.11 MiB p/s ETA 14s7.12 MiB / 23.12 MiB [--------------->_____________________________________________] 30.81% 1.11 MiB p/s ETA 14s7.28 MiB / 23.12 MiB [--
------------>_____________________________________________] 31.48% 1.11 MiB p/s ETA 14s7.47 MiB / 23.12 MiB [---------------
>_____________________________________________] 32.31% 1.10 MiB p/s ETA 14s7.62 MiB / 23.12 MiB [---------------->_____________________________________________] 32.95%
1.10 MiB p/s ETA 14s7.88 MiB / 23.12 MiB [----------------->_____________________________________________] 34.08% 1.10 MiB p/s ETA 13s7.96 MiB / 23.12 MiB [--
-------------->_____________________________________________] 34.45% 1.08 MiB p/s ETA 14s8.17 MiB / 23.12 MiB [-----------------
>_____________________________________________] 35.36% 1.08 MiB p/s ETA 13s8.24 MiB / 23.12 MiB [----------------->_____________________________________________] 35.63%
1.08 MiB p/s ETA 13s8.37 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____________________________________________] 36.22% 1.05 MiB p/s ETA 14s8.50 MiB / 23.12 MiB [--
---------------->_____________________________________________] 36.79% 1.05 MiB p/s ETA 13s8.64 MiB / 23.12 MiB [------------------
>_____________________________________________] 37.35% 1.05 MiB p/s ETA 13s8.78 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____________________________________________] 37.98% 1.03
MiB p/s ETA 13s8.93 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____________________________________________] 38.64% 1.03 MiB p/s ETA 13s9.08 MiB / 23.12 MiB [-------
------------>_____________________________________________] 39.30% 1.03 MiB p/s ETA 13s9.16 MiB / 23.12 MiB [------------------->_____________________________________________]
39.62% 1.00 MiB p/s ETA 13s9.27 MiB / 23.12 MiB [------------------->_____________________________________________] 40.12% 1.00 MiB p/s ETA 13s9.39 MiB / 23.12
```


MiB [------------------>_____] 40.64% 1.00 MiB p/s ETA 13s9.53 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 41.24% 1001.74 KiB p/s ETA 13s9.68 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 41.86% 1001.74 KiB p/s ETA 13s9.83 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 42.52% 1001.74 KiB p/s ETA 13s9.98 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 43.18% 986.43 KiB p/s ETA 13s10.13 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 43.82% 986.43 KiB p/s ETA 13s10.31 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 44.61% 986.43 KiB p/s ETA 13s10.40 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 44.99% 968.91 KiB p/s ETA 13s10.64 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 46.00% 968.91 KiB p/s ETA 13s10.75 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 46.51% 968.91 KiB p/s ETA 13s10.82 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 46.79% 952.10 KiB p/s ETA 13s10.93 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 47.29% 952.10 KiB p/s ETA 13s11.04 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 47.76% 952.10 KiB p/s ETA 12s11.17 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 48.30% 929.25 KiB p/s ETA 13s11.30 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 48.88% 929.25 KiB p/s ETA 13s11.44 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 49.49% 929.25 KiB p/s ETA 12s11.53 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 49.87% 909.27 KiB p/s ETA 13s11.74 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 50.77% 909.27 KiB p/s ETA 12s11.90 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 51.50% 909.27 KiB p/s ETA 12s12.01 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 51.94% 903.33 KiB p/s ETA 12s12.01 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 51.94% 903.33 KiB p/s ETA 12s12.35 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 53.43% 903.33 KiB p/s ETA 12s12.48 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 53.98% 896.83 KiB p/s ETA 12s12.66 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 54.75% 896.83 KiB p/s ETA 11s12.77 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 55.23% 896.83 KiB p/s ETA 11s12.87 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 55.66% 881.74 KiB p/s ETA 11s13.00 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 56.21% 881.74 KiB p/s ETA 11s13.13 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 56.78% 881.74 KiB p/s ETA 11s13.20 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 57.08% 860.97 KiB p/s ETA 11s13.32 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 57.61% 860.97 KiB p/s ETA 11s13.41 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 58.02% 860.97 KiB p/s ETA 11s13.51 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 58.45% 840.43 KiB p/s ETA 11s13.63 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 58.96% 840.43 KiB p/s ETA 11s13.75 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 59.46% 840.43 KiB p/s ETA 11s13.87 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 60.00% 825.75 KiB p/s ETA 11s13.99 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 60.53% 825.75 KiB p/s ETA 11s14.14 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 61.16% 825.75 KiB p/s ETA 11s14.29 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 61.80% 818.10 KiB p/s ETA 11s14.45 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 62.51% 818.10 KiB p/s ETA 10s14.62 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 63.25% 818.10 KiB p/s ETA 10s14.80 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 64.00% 821.38 KiB p/s ETA 10s14.99 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 64.83% 821.38 KiB p/s ETA 10s15.16 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 65.58% 821.38 KiB p/s ETA 9s15.36 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 66.45% 830.83 KiB p/s ETA 9s15.54 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 67.21% 830.83 KiB p/s ETA 9s15.74 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 68.07% 830.83 KiB p/s ETA 9s15.97 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 69.09% 844.17 KiB p/s ETA 8s16.22 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 70.17% 844.17 KiB p/s ETA 8s16.44 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 71.10% 844.17 KiB p/s ETA 8s16.60 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 71.79% 858.61 KiB p/s ETA 7s16.66 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 72.06% 858.61 KiB p/s ETA 7s16.86 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 72.95% 858.61 KiB p/s ETA 7s17.00 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 73.53% 847.50 KiB p/s ETA 7s17.14 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 74.15% 847.50 KiB p/s ETA 7s17.29 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 74.78% 847.50 KiB p/s ETA


7s17.45 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 75.49% 842.63 KiB p/s ETA 6s17.63 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 76.25% 842.63 KiB p/s ETA 6s17.81 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 77.05% 842.63 KiB p/s ETA 6s17.99 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 77.83% 847.92 KiB p/s ETA 6s18.17 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 78.62% 847.92 KiB p/s ETA 5s18.36 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 79.43% 847.92 KiB p/s ETA 5s18.46 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 79.85% 844.63 KiB p/s ETA 5s18.59 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 80.42% 844.63 KiB p/s ETA 5s18.69 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 80.86% 844.63 KiB p/s ETA 5s18.80 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 81.34% 828.00 KiB p/s ETA 5s18.93 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 81.88% 828.00 KiB p/s ETA 5s19.07 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 82.49% 828.00 KiB p/s ETA 5s19.22 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 83.12% 820.05 KiB p/s ETA 4s19.33 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 83.62% 820.05 KiB p/s ETA 4s19.48 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 84.28% 820.05 KiB p/s ETA 4s19.61 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 84.83% 810.67 KiB p/s ETA 4s19.74 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 85.40% 810.67 KiB p/s ETA 4s19.91 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 86.10% 810.67 KiB p/s ETA 4s20.08 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 86.86% 809.96 KiB p/s ETA 3s20.23 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 87.51% 809.96 KiB p/s ETA 3s20.37 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 88.11% 809.96 KiB p/s ETA 3s20.53 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 88.81% 807.21 KiB p/s ETA 3s20.69 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 89.48% 807.21 KiB p/s ETA 3s20.86 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 90.25% 807.21 KiB p/s ETA 2s21.03 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 90.96% 809.99 KiB p/s ETA 2s21.21 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 91.73% 809.99 KiB p/s ETA 2s21.37 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 92.44% 809.99 KiB p/s ETA 2s21.55 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 93.23% 815.57 KiB p/s ETA 1s21.72 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 93.95% 815.57 KiB p/s ETA 1s21.89 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 94.69% 815.57 KiB p/s ETA 1s22.03 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 95.30% 815.69 KiB p/s ETA 1s22.25 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 96.26% 815.69 KiB p/s ETA 1s22.50 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 97.34% 815.69 KiB p/s ETA 0s22.73 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 98.33% 840.17 KiB p/s ETA 0s22.94 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 99.23% 840.17 KiB p/s ETA 0s23.12 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 100.00% 840.17 KiB p/s ETA 0s23.12 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 100.00% 828.42 KiB p/s ETA 0s23.12 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 100.00% 828.42 KiB p/s ETA 0s23.12 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 100.00% 828.42 KiB p/s ETA 0s23.12 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 100.00% 774.97 KiB p/s ETA 0s23.12 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 100.00% 774.97 KiB p/s ETA 0s23.12 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 100.00% 774.97 KiB p/s ETA 0s23.12 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 100.00% 724.97 KiB p/s ETA 0s23.12 MiB / 23.12 MiB [------------------>_____] 100.00% 779.39 KiB p/s 31s2021-08-31T17:27:04.628-0400 [33mWARN[0m This OS version is not on the EOL list: alpine 3.14
2021-08-31T17:27:04.629-0400 [34mINFO[0m Detecting Alpine vulnerabilities...
2021-08-31T17:27:04.650-0400 [34mINFO[0m Detecting jar vulnerabilities...
2021-08-31T17:27:04.696-0400 [33mWARN[0m This OS version is no longer supported by the distribution: alpine 3.14.0
2021-08-31T17:27:04.696-0400 [33mWARN[0m The vulnerability detection may be insufficient because security updates are not provided

```
ci_pruebasactualizacion_app1 (alpine 3.14.0)
============================================
Total: 5 (UNKNOWN: 0, LOW: 0, MEDIUM: 2, HIGH: 2, CRITICAL: 1)


usr/src/servicio/rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar
========================================
Total: 10 (UNKNOWN: 0, LOW: 0, MEDIUM: 3, HIGH: 6, CRITICAL: 1)

+ echo ********Analiza vulnerabilidades********
********Analiza vulnerabilidades********
+ trivy image --light --exit-code 0 --severity CRITICAL ci_pruebasactualizacion_app1
2021-08-31T17:27:04.794-0400    [34mINFO[0m   Need to update DB
2021-08-31T17:27:04.794-0400    [34mINFO[0m   Downloading DB...
192.00 KiB / 5.75 MiB [-->_____________________________________________________] 3.26% ? p/s ?560.57 KiB / 5.75 MiB [-----
>_____________________________________________________] 9.53% ? p/s ?1.02 MiB / 5.75 MiB [-----------
>_____________________________________________________] 17.75% ? p/s ?1.21 MiB / 5.75 MiB [---------->_____________________________________________]
21.02% 1.70 MiB p/s ETA 2s1.60 MiB / 5.75 MiB [-------------->_____________________________________] 27.81% 1.70 MiB p/s ETA 2s1.86 MiB / 5.75
MiB [---------------->_____________________________________] 32.44% 1.70 MiB p/s ETA 2s2.08 MiB / 5.75 MiB [------------------
>_____________________________________] 36.24% 1.68 MiB p/s ETA 2s2.32 MiB / 5.75 MiB [-------------------->_____________________________________] 40.32%
1.68 MiB p/s ETA 2s2.55 MiB / 5.75 MiB [---------------------->_____________________________] 44.40% 1.68 MiB p/s ETA 1s2.72 MiB / 5.75 MiB [----
----------------->_____________________________] 47.39% 1.64 MiB p/s ETA 1s2.97 MiB / 5.75 MiB [-------------------------
>_____________________________] 51.74% 1.64 MiB p/s ETA 1s3.15 MiB / 5.75 MiB [--------------------------->_____________________________] 54.73% 1.64 MiB
p/s ETA 1s3.35 MiB / 5.75 MiB [---------------------------->_____________________] 58.27% 1.61 MiB p/s ETA 1s3.49 MiB / 5.75 MiB [-------------
----------------->_____________________] 60.71% 1.61 MiB p/s ETA 1s3.75 MiB / 5.75 MiB [--------------------------------->_________________]
65.27% 1.61 MiB p/s ETA 1s3.96 MiB / 5.75 MiB [---------------------------------->_________________] 68.87% 1.57 MiB p/s ETA 1s4.15 MiB / 5.75
MiB [----------------------------------->_________________] 72.14% 1.57 MiB p/s ETA 1s4.36 MiB / 5.75 MiB [-----------------------------------
>___________] 75.94% 1.57 MiB p/s ETA 0s4.58 MiB / 5.75 MiB [---------------------------------------->__________] 79.75% 1.53 MiB p/s ETA
0s4.69 MiB / 5.75 MiB [----------------------------------------->_________] 81.65% 1.53 MiB p/s ETA 0s4.88 MiB / 5.75 MiB [----------------------
----------------------->_______] 84.92% 1.53 MiB p/s ETA 0s5.07 MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------->______] 88.18% 1.49
MiB p/s ETA 0s5.32 MiB / 5.75 MiB [-------------------------------------------->___] 92.53% 1.49 MiB p/s ETA 0s5.41 MiB / 5.75 MiB [---------
---------------------------------------->__] 94.16% 1.49 MiB p/s ETA 0s5.61 MiB / 5.75 MiB [----------------------------------------------->_]
97.70% 1.45 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------------>] 100.00% 1.45 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75
MiB [------------------------------------------------>] 100.00% 1.45 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [-------------------------------------
---------->] 100.00% 1.37 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------------>] 100.00% 1.37 MiB p/s ETA 0s5.75
MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------------>] 100.00% 1.37 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [--------------------------
---------------------->] 100.00% 1.28 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------------>] 100.00% 1.28 MiB p/s
ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------------>] 100.00% 1.28 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [-----------------

------------------------------->] 100.00% 1.20 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------------>] 100.00%
1.20 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------------>] 100.00% 1.20 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [----
------------------------------------------------>] 100.00% 1.12 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------------
->] 100.00% 1.12 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [------------------------------------------------>] 100.00% 1.12 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB /
5.75 MiB [------------------------------------------------>] 100.00% 1.05 MiB p/s ETA 0s5.75 MiB / 5.75 MiB [--------------------------------
-----------------] 100.00% 737.29 KiB p/s 8s2021-08-31T17:27:14.258-0400       [33mWARN[0m   This OS version is not on the EOL list: alpine
3.14
2021-08-31T17:27:14.258-0400    [34mINFO[0m   Detecting Alpine vulnerabilities...
2021-08-31T17:27:14.297-0400    [34mINFO[0m   Detecting jar vulnerabilities...
2021-08-31T17:27:14.332-0400    [33mWARN[0m   This OS version is no longer supported by the distribution: alpine 3.14.0
2021-08-31T17:27:14.332-0400    [33mWARN[0m   The vulnerability detection may be insufficient because security updates are not provided

ci_pruebasactualizacion_app1 (alpine 3.14.0)
============================================
Total: 1 (CRITICAL: 1)

+-----------+------------------+----------+-------------------+---------------+
|  LIBRARY  | VULNERABILITY ID | SEVERITY | INSTALLED VERSION | FIXED VERSION |
+-----------+------------------+----------+-------------------+---------------+
| apk-tools | CVE-2021-36159   | CRITICAL | 2.12.5-r1         | 2.12.6-r0     |
+-----------+------------------+----------+-------------------+---------------+

usr/src/servicio/rest-0.0.1-SNAPSHOT.jar
========================================
Total: 1 (CRITICAL: 1)

+------------------------+------------------+----------+-------------------+---------------+
|        LIBRARY         | VULNERABILITY ID | SEVERITY | INSTALLED VERSION | FIXED VERSION |
+------------------------+------------------+----------+-------------------+---------------+
| net.minidev:json-smart | CVE-2021-27568   | CRITICAL |               2.3 | 2.4.1, 1.3.2  |
+------------------------+------------------+----------+-------------------+---------------+
Global Slack Notifier try posting to slack. However some error occurred
TeamDomain :tesis-sow3593
Channel :proyecto
Message :Ejecución Exitosa

Lanzando una nueva ejecución de  CI_PruebasDespliegue
Finished: SUCCESS
```

Figura 91 Log de Jenkins al ejecutar la tarea CI_PruebasActualizacion.

En la figura 91 se observa el proceso completo de ejecución de la tarea CI_PruebasActualizacion completando así la construcción de la tarea.

4.1 Formas de implementar la tarea de actualización

La actualización de la infraestructura de los servicios pueden ser establecidos por diferentes criterios se cita algunos de ellos:

Política de implementación: En este caso el equipo de seguridad establece un periodo de tiempo para la actualización del SO de los contenedores, para ello se dicta unos criterios a tener en cuenta:

La actualización de los contenedores será clasificada por orden de importancia y criticidad dentro de la organización, siendo estos los primeros en actualizarse..

Solo se actualizarán los SO de los contenedores, en caso de actualización de una plataforma específica de desarrollo, se actualizará con la aprobación del departamento de desarrollo.

Los Dockerfile con las versiones actualizadas deben ser depositados en un repositorio exclusivo para actualizaciones, clasificado por plataformas de desarrollo y deberán ser creados por las personas del equipo de desarrollo con la asesoría del equipo de seguridad y aprobado por el equipo de operaciones.

Los tester deberán realizar pruebas de estrés y funcionalidad sobre los servicios expuestos en la plataforma actualizada.

En caso de un funcionamiento incorrecto en la actualización, se informará al equipo de desarrollo, el cual coordinará para su revisión con el equipo de seguridad y de acuerdo al resultado del análisis realizado entre estos dos departamentos se evaluará la actualización o no del contenedor.

Por vulnerabilidades encontradas: En este escenario los contenedores de los servicios que sean dispuestos para actualizar pasarán por un escáner en busca de vulnerabilidades críticas, en caso de hallar una vulnerabilidad de nivel crítico se decidirá su actualización de acuerdo al informe generado de las vulnerabilidades analizadas por el equipo de seguridad, desarrollo y QA, en este caso se podría detener la CI y someter a evaluación la actualizacion.

Si no se encuentra ninguna falla crítica, la actualización del mismo será tomada como una recomendación y quedará a criterio del equipo de seguridad y QA actualizar el contenedor.

4.2 Ventajas de la actualización continua

Permite anticipar el resultado de una implementación de un servicio en un contenedor actualizado desde el aspecto funcional y de seguridad.

Permite la utilización de un directorio común para las pruebas de los servicios, debido al docker compose solo se debe actualizar el Dockerfile y el servicio para realizar la prueba.

Emite reportes de las vulnerabilidades que pueden encontrarse o de las pruebas funcionales que puedan fallar, en caso de querer utilizar esta información como apoyo adicional para la toma de decisiones en la actualización del componente.

La actualización de los contenedores reduce las vulnerabilidades que puedan explotarse por desactualización.

Debido a que la actualización se realiza de forma frecuente, se evita la inversión de un tiempo y recurso para este fin.

5. Conclusión

A lo largo del presente trabajo se presentaron diferentes herramientas para la implementación de una tarea dentro de un flujo de una CI, encargada de determinar si un servicio puede ser implementado en una plataforma actualizada.

El objetivo general de este trabajo que se planteó al comienzo del mismo es: “Presentar un esquema de actualización continua para servicios web Spring Boot en contenedores docker como un componente más dentro de una CI, de forma a mitigar los problemas de seguridad dado por los componentes obsoletos que puedan existir”; por su parte la hipótesis en que se inscribe este trabajo es: “Se puede integrar pruebas de actualización sobre las imágenes de los SO utilizando las herramientas de Jmeter, Lightning y Trivy para servicios web Spring boot desplegados dentro de contenedores Docker, integrando al equipo de seguridad, QA y operaciones”.

Existen una gran variedad de formas de integrar una tarea de actualización dentro de una CI, sin embargo no existe un enfoque definido para realizar las actualizaciones de las plataformas de infraestructura como parte de un flujo en una CI. Con la idea de cumplir el objetivo del trabajo buscando un enfoque innovador se planteó a lo largo del mismo un conjunto de metodologías y herramientas que permiten encarar esta idea desde una perspectiva de integración e interacción entre los departamentos de Desarrollo, QA, Seguridad y Operaciones.

Para lograr el objetivo se propuso una metodología Top-Down que va desde lo más general a lo particular, es decir, inicia desde la relación entre los departamentos de la organización hasta la aplicación de las herramientas en cada uno de ellas finalizando en una integración tanto organizacional como técnica.

Este enfoque Top-Down se divide a su vez en dos partes bien diferenciadas y permite validar la hipótesis, la primera parte inicia cuando se describen los departamentos que necesitan involucrarse para la coordinación de las tareas y que interacción debe haber entre ellas y la segunda es que tareas técnicas deben realizar cada departamento con las

herramientas mencionadas Jenkins, Trivy, Apache Jmeter, Lightning, GitHub para así poder realizar las pruebas de actualización del servicio dentro de una CI. Sin entrar en mucho detalle se puede afirmar que estos dos enfoques están basados en las respuestas que el servicio pueda responder en una plataforma actualizada y si esta plataforma no posee vulnerabilidades críticas. En síntesis puede decirse que este trabajo presenta un esquema de actualización para servicios basados en el framework Spring Boot sobre la plataforma Docker como parte de una CI.

6. Bibliografía

[1] Baeldung,«Learn Spring Boot»,16 Junio 2021.

[En línea].Disponible:https://www.baeldung.com/spring-boot

[2] Oracle, «Oracle»,16 Junio 2021.

[En línea].

Disponible:
https://www.oracle.com/java/technologies/javase-jdk11-downloads.html

[3] NetBeans, «NetBeans»,16 Junio 2021.[En línea].

Disponible:https://netbeans.apache.org/download/nb123/nb123.html

[4] Spring initializr,«Spring Boot»,16 Junio 2021.

[En línea]. Disponible: https://start.spring.io/

[5] Building REST Services with Spring,«Git Hub»,,16 Junio 2021.

Disponible:https://github.com/spring-guides/tut-rest

[6] Docker,«Docker,»12 Agosto 2020.

[En línea]. Disponible:https://www.docker.com/resources/what-container

[7] Docker Docs,«Docker,»12 Agosto 2020.

[En línea]. Disponible:https://docs.docker.com/engine/install/ubuntu/

[8] «aquasecurity/trivy».10 Febrero 2019[En línea].

Disponible: https://github.com/aquasecurity/trivy.git.

[9] Trivy,«Trivy».10 Febrero 2019[En línea]

,Disponible:https://aquasecurity.github.io/trivy/v0.19.1/getting-started/installation/

[10] Docker Docs,«Docker,»12 Agosto 2020.

[En línea].

Disponible:https://docs.docker.com/engine/reference/builder/#:~:text=A%20Dockerfile%20is%20a%20text,command%2Dline%20instructions%20in%20succession.

[11] Wikipedia, «Jenkins,»12 Agosto 2020.

[En línea]. Disponible: https://es.wikipedia.org/wiki/Jenkins

[12]Jenkins,«Jenkins,»Mayo 2021 [En Línea],

Disponible:https://www.jenkins.io/

[13] «lightning,»10 Junio 2020[En línea].

Available: https://automatictester.github.io/lightning/

[14] «lightning test type».10 Junio 2020.[En línea]

Available: https://automatictester.github.io/lightning/test_types.html

http://automatictester.github.io/lightning/standalone_jar.html

[15] JMeter,«JMeter,,»Mayo 2021 [En Línea],

Disponible: https://jmeter.apache.org/

[16] AlphineLinux,«AlphineLinux,»11 Agosto 2020.

[En línea]. Available:https://alpinelinux.org/about/