



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE
Departamento de Ciencias de la Computación
Carrera de Ingeniería de Software

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero de Software

Marco de trabajo basado en DevOps para optimizar el desarrollo de software para la gestión de historias clínicas en el Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

AUTOR: Cabrera Córdova, Anthony Rolando

TUTOR: Ing. Jácome Guerrero, Patricio Santiago, PhD

LATACUNGA

2023



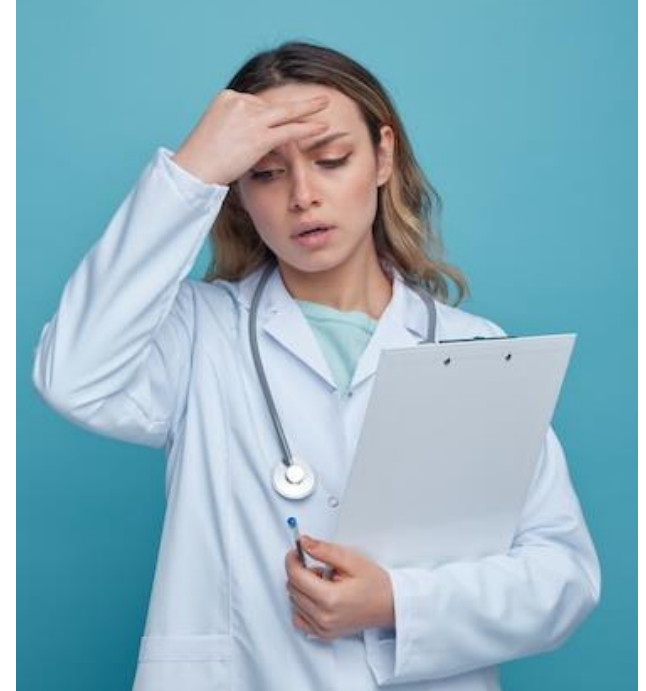
Itinerario del día

- Planteamiento del problema y objetivos
- Marco teórico
- Propuesta de marco de trabajo
- Implementación del marco de trabajo
- Evaluación
- Conclusiones y recomendaciones



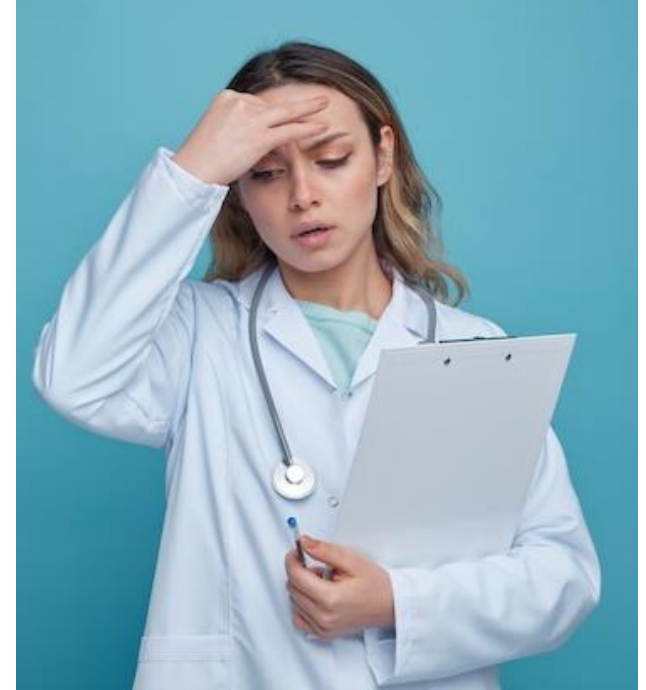
Planteamiento del problema

- Los requerimientos de ESPE SALUD no son ordenados y priorizados.
- No hay documentación y trazabilidad de la evolución del proyecto.
- Los procesos de despliegue o liberación de cambios son manuales.



Planteamiento del problema

¿Cómo optimizar el desarrollo de software para la gestión de historias clínicas en el Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE?



General:

Definir un Marco de trabajo basado en DevOps para optimizar el desarrollo, entrega, despliegue y monitoreo continuo de software para la gestión de historias clínicas en el Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.



Objetivos

Específicos:

- Realizar el estudio bibliográfico sobre marcos de trabajo de desarrollo de software y DevOps, con el fin de conocer el estado de la literatura en estas ramas de la Ingeniería de Software.
- Desarrollar un marco de trabajo basado en DevOps que sea una propuesta transversal y aplicable.
- Implementar el marco de trabajo en el desarrollo del sistema para la gestión de historias clínicas del Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Evaluar el marco de trabajo implementado, a través de los indicadores de la variable dependiente realizando entrevistas individuales al equipo de desarrollo del proyecto para la gestión de historias clínicas.



Hipótesis:



- Si se define un marco de trabajo basado en DevOps entonces se optimiza el desarrollo, entrega, despliegue y monitoreo continuo de software para la gestión de historias clínicas en el Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

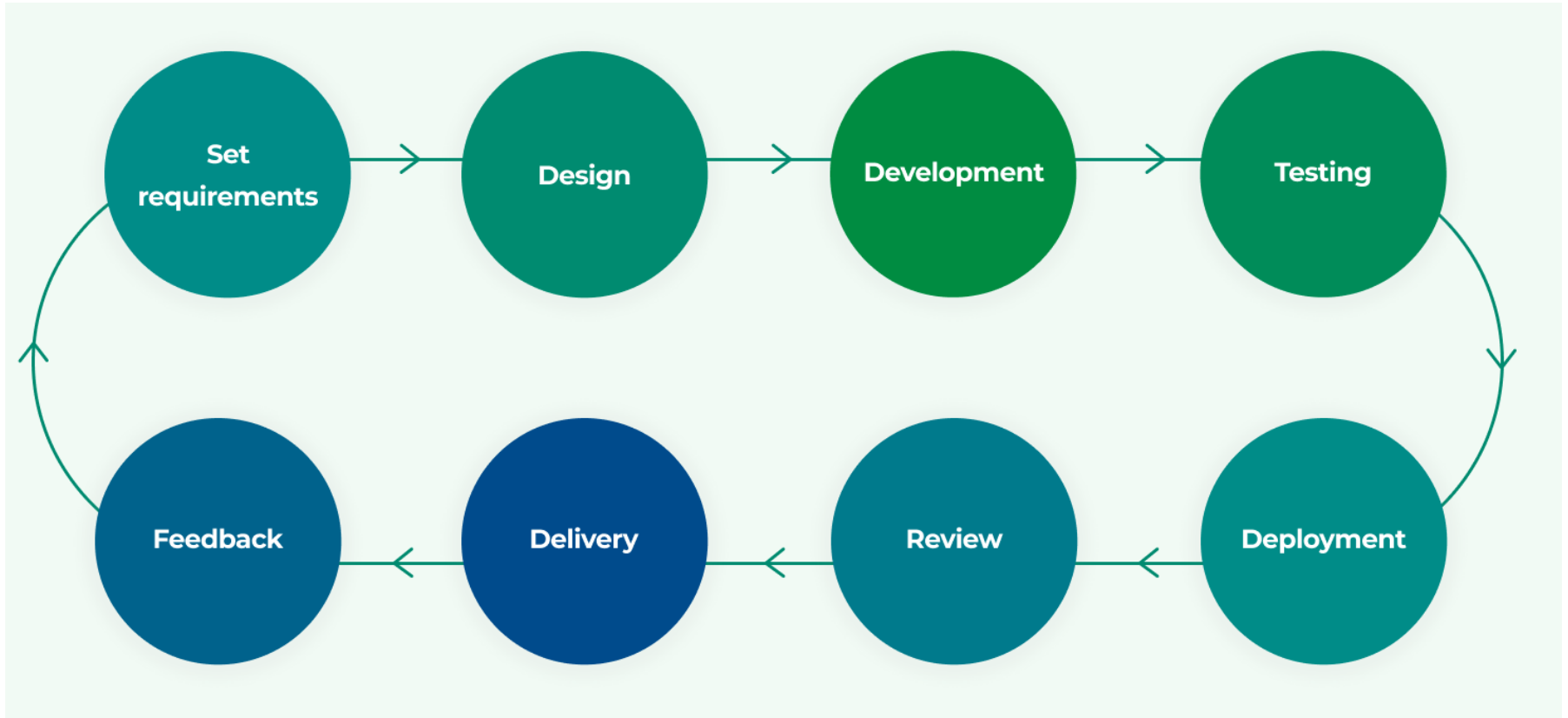


Itinerario del día

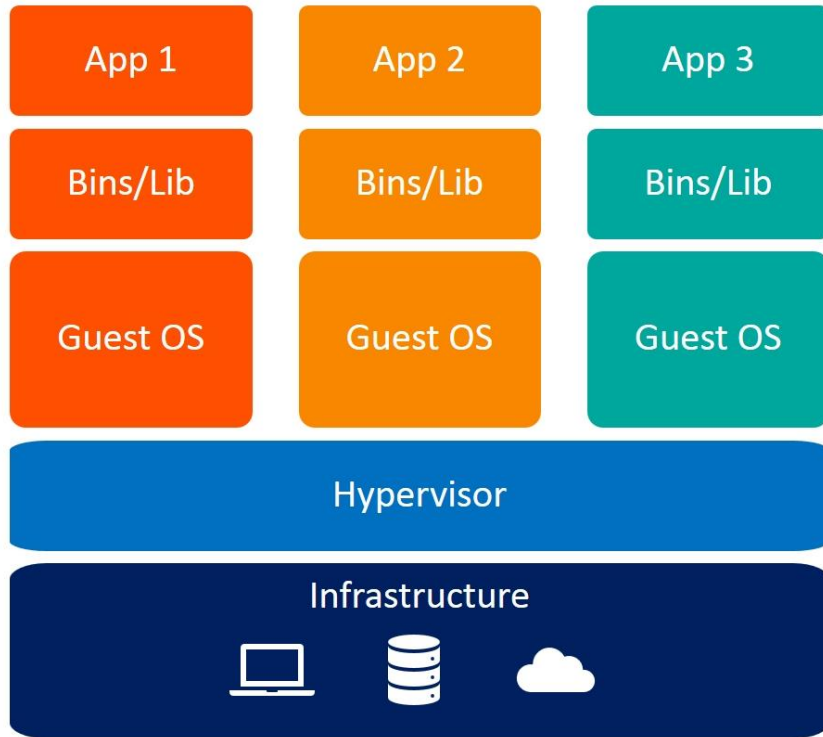
- Planteamiento del problema y objetivos
- Marco teórico
- Propuesta de marco de trabajo
- Implementación del marco de trabajo
- Evaluación
- Conclusiones y recomendaciones



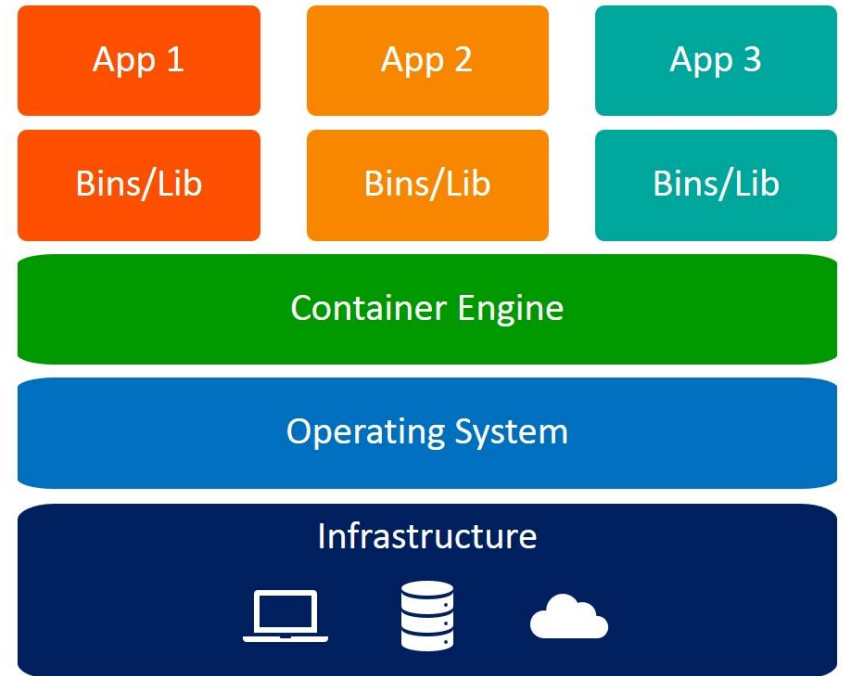
Gestión ágil de proyectos de software



Contenedores y Computación en la nube

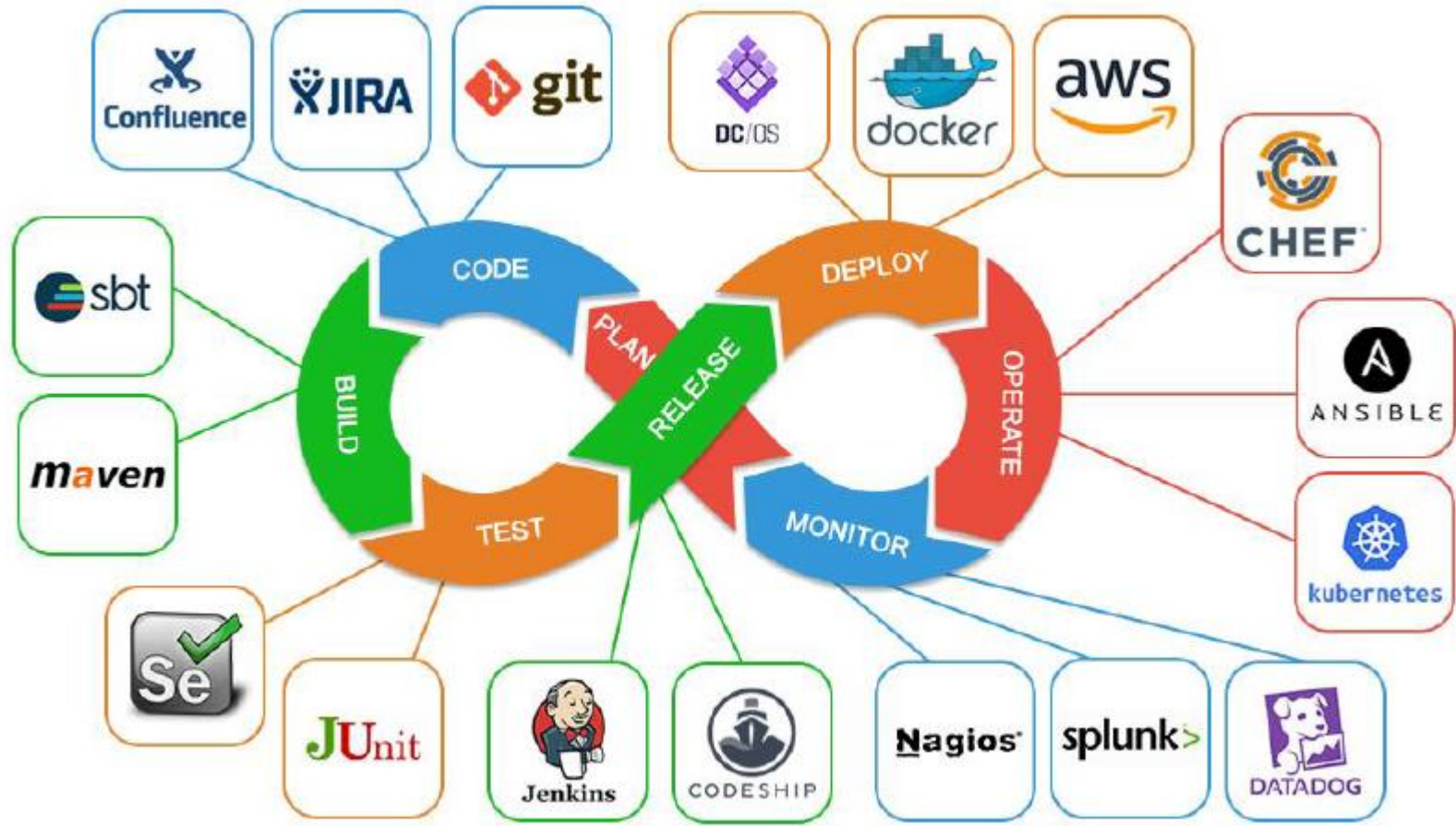


Virtual Machines

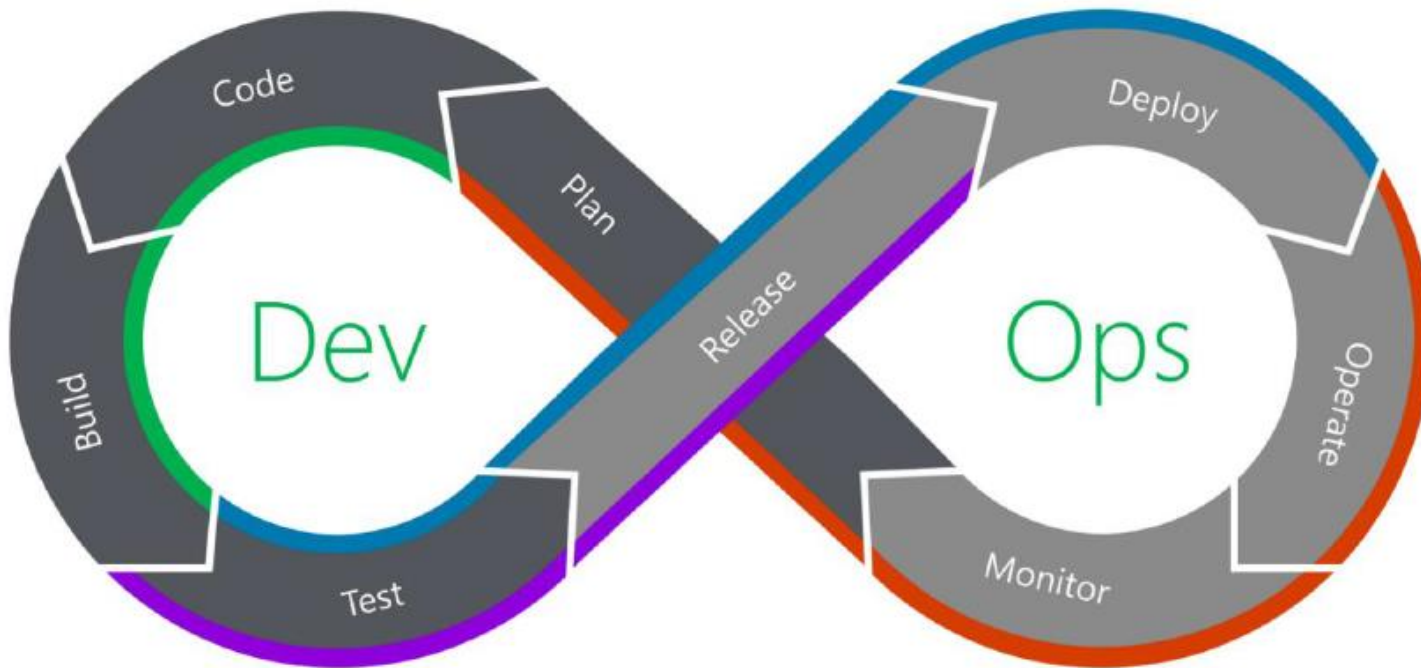


Containers

Fundamentos de DevOps



Integración, entrega y despliegue continuo



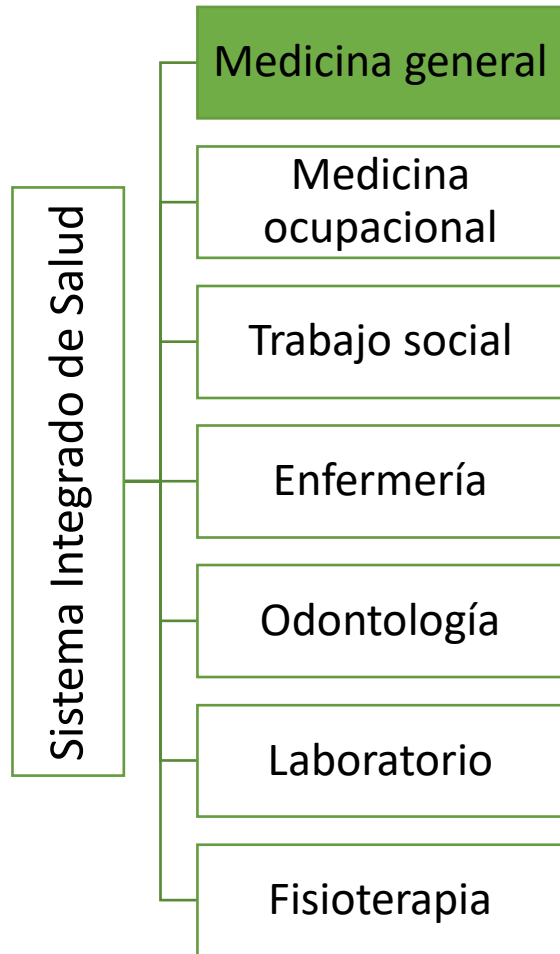
- Continuous Integration (CI)
- Continuous Delivery (CD)
- Continuous Deployment (CD)
- Continuous Feedback (CF)

Itinerario del día

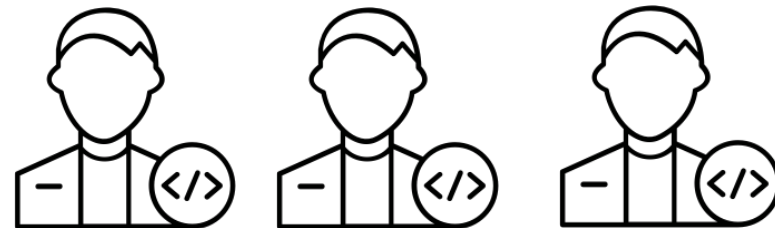
- Planteamiento del problema y objetivos
- Marco teórico
- Propuesta de marco de trabajo
- Implementación del marco de trabajo
- Evaluación
- Conclusiones y recomendaciones



Definición del equipo de trabajo



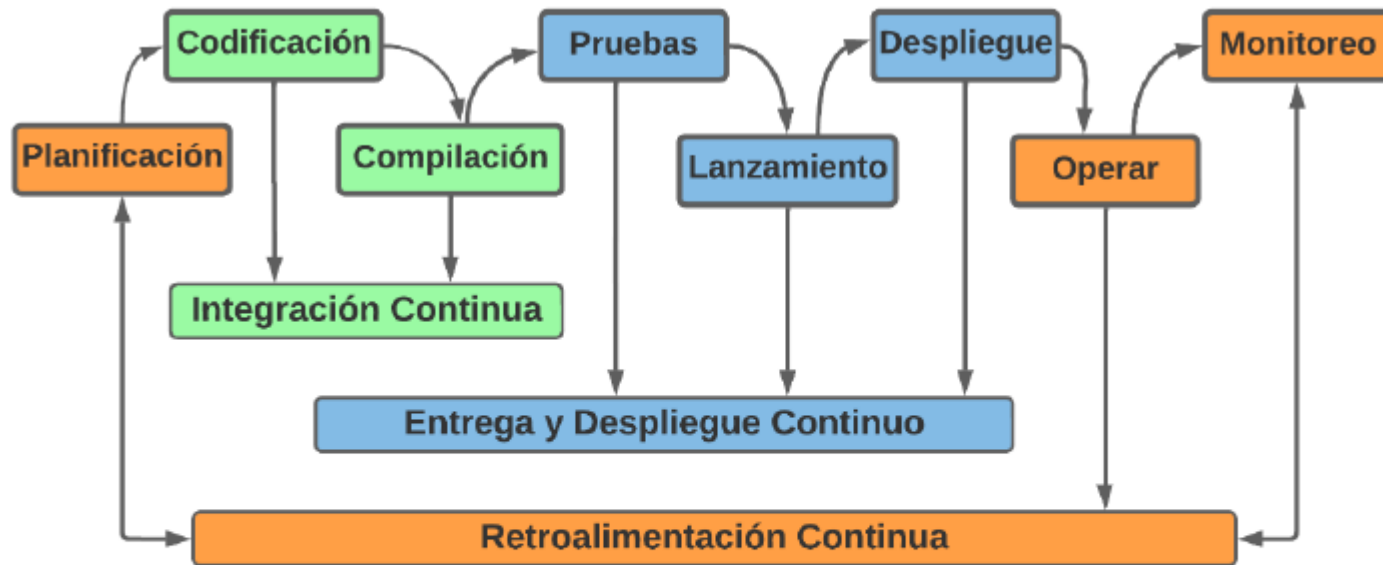
Médico de la Institución
Administrador del Proyecto



Desarrolladores

Propuesta de marco de trabajo

Marco de Marco de Trabajo DevOps para el Desarrollo de Software – MTDDS



ROLES



Desarrolladores de software

- Integración continua
- Entrega y Despliegue Continuo
- Retroalimentación Continua



Administradores del proyecto

- Retroalimentación Continua



Integración Continua

Integración continua

Id	Fase	Entregables	Herramienta	Indicadores
1	Codificación	Código fuente, documentación técnica.	GitLab.	Líneas de código escritas, tasa de reutilización de código.
2	Compilación	Artefactos compilados en imágenes de Docker.	Docker y GitLab.	Tiempo de compilación, número de errores de compilación.

Entrega y despliegue continuo

Entrega y despliegue continuo

Id	Fase	Entregables	Herramienta	Indicadores
3	Pruebas	Casos de prueba, informes de pruebas.	Imagen Docker de JUnit.	Número de defectos encontrados y corregidos.
4	Lanzamiento	Notas de lanzamiento, Pipeline de CI/CD de integración de cambios.	GitLab y Docker.	Tiempo de lanzamiento, cantidad de incidencias en el lanzamiento.
5	Despliegue	Aplicación desplegada en el entorno de producción, documentación de despliegue.	GitLab, Docker, Kubernetes y máquina virtual en AWS.	Tiempo de despliegue, tasa de éxito en el despliegue.



Retroalimentación continua

Retroalimentación continua				
Id	Fase	Entregables	Herramienta	Indicadores
6	Operación	Notificación de incidencias de mantenimiento y soporte continuo.	Kubernetes y máquina virtual en AWS.	Tiempo de resolución de incidencias, disponibilidad del sistema, satisfacción del usuario.
7	Monitoreo	Informes de monitoreo, registros de rendimiento y uso.	Grafana, Kubernetes y máquina virtual en AWS.	Tiempo de respuesta del sistema, utilización de recursos, cumplimiento de acuerdos de nivel de servicio.
8	Planificación	Plan de proyecto, definición de requerimientos, cronograma de actividades.	Pizarra de GitLab.	Tiempo de planificación, grado de cumplimiento de los requerimientos, desviación en el cronograma.



Itinerario del día

- Planteamiento del problema y objetivos
- Marco teórico
- Propuesta de marco de trabajo
- Implementación del marco de trabajo
- Evaluación
- Conclusiones y recomendaciones



Definición de equipo de trabajo

General:

Administrador del proyecto:

- Dr. Bolívar Llamuca, Médico General de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga.

Desarrolladores de software:

- Luis Pillaga
- Diego Maigualca
- Anthony Cabrera

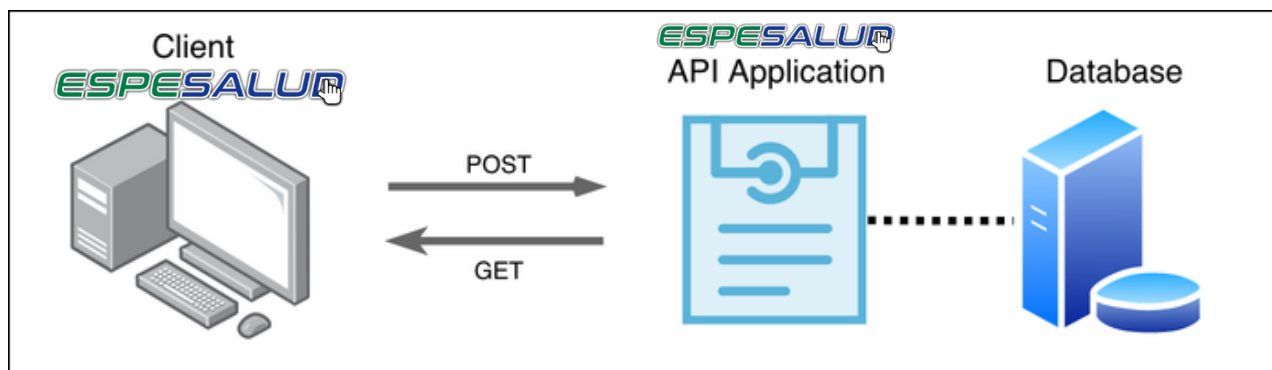


Definición de los proyectos



Sistema informático para la gestión de historias clínicas de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Se compone de:

1. ESPE SALUD API
2. ESPE SALUD CLIENTE



Implementación del marco de trabajo

Planificación

Tablero Kanban para la documentación de tareas en GitLab.

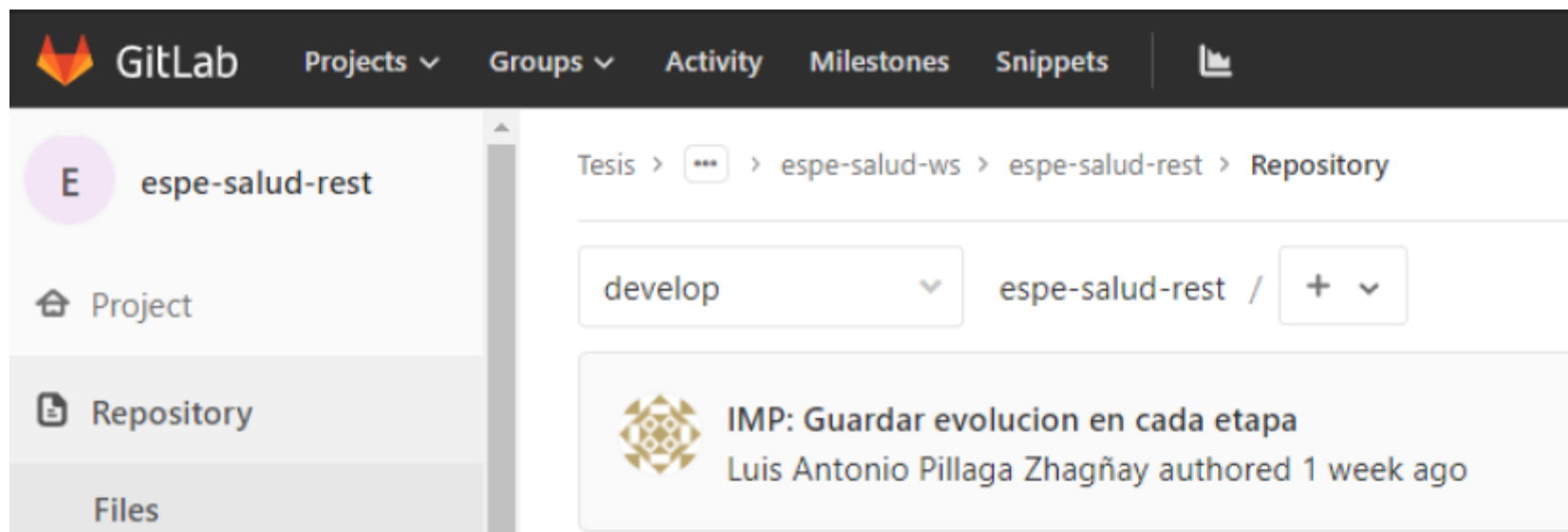
The screenshot displays the GitLab interface for a Kanban board. The top navigation bar includes the GitLab logo, project navigation (Projects, Groups, Activity, Milestones, Snippets), a search bar, and user profile options. The main content area shows the project path: Tesis > espe-salud-ws > espe-salud-rest > Issue Boards. A search bar and 'Add list'/'Add issues' buttons are present. The Kanban board is organized into three columns: 'Doing' (1 item), 'Doing' (1 item), and 'Closed' (15 items). The 'Doing' columns contain 'CRUD Record Laboral Puesto Trabajo #1' and 'update Schema, complete audit #4'. The 'Closed' column contains 'Fix certs pdf #5', 'craetaeMaster #2', 'Update Column name higher to 30 chars. #3', 'Excel reports #6', and 'update Schema, complete audit #4'. The sidebar on the left provides navigation options: Project, Repository, Issues (4), List, Board, Labels, Milestones, Merge Requests (0), CI/CD, and Operations.



Implementación del marco de trabajo

Planificación

Registro de cambio en el proyecto ESPE SALUD API en GitLab.



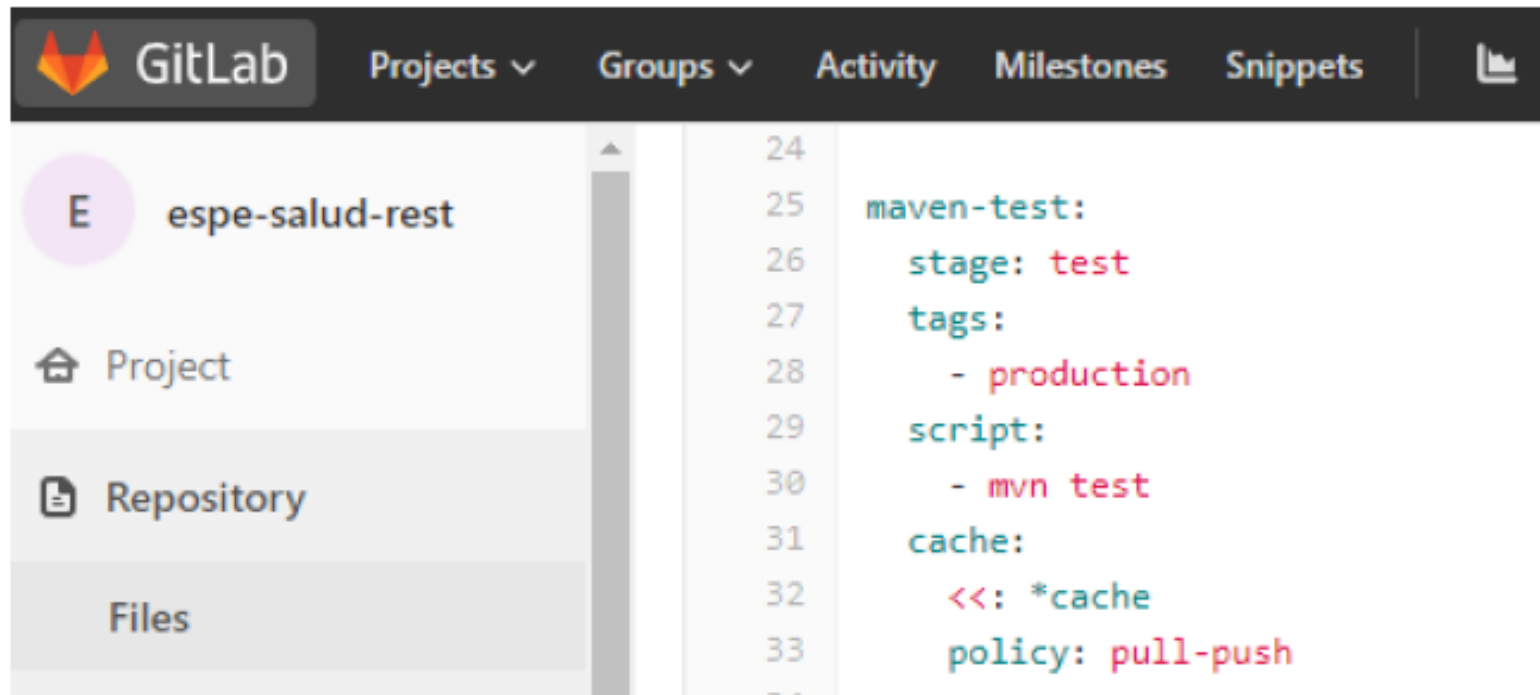
The screenshot displays the GitLab web interface. At the top, the navigation bar includes the GitLab logo and links for Projects, Groups, Activity, Milestones, and Snippets. On the left sidebar, the breadcrumb path is 'espe-salud-rest' > Project > Repository > Files. The main content area shows the commit history for the 'espe-salud-rest' repository on the 'develop' branch. A recent commit is highlighted, titled 'IMP: Guardar evolucion en cada etapa' by Luis Antonio Pillaga Zhagñay, authored 1 week ago. The commit message is partially visible as 'IMP: Guardar evolucion en cada etapa'.



Implementación del marco de trabajo

Pruebas

Definición para la ejecución de las pruebas unitarias en el proyecto ESPE SALUD API en GitLab.



The screenshot shows the GitLab interface for the project 'espe-salud-rest'. The left sidebar contains navigation options: 'Project', 'Repository', and 'Files'. The main content area displays the configuration for the 'maven-test' job, which is part of the 'test' stage. The configuration includes tags for 'production' and 'script' for running 'mvn test'. The 'cache' section is configured with a policy of 'pull-push' and a cache key of '*cache'.

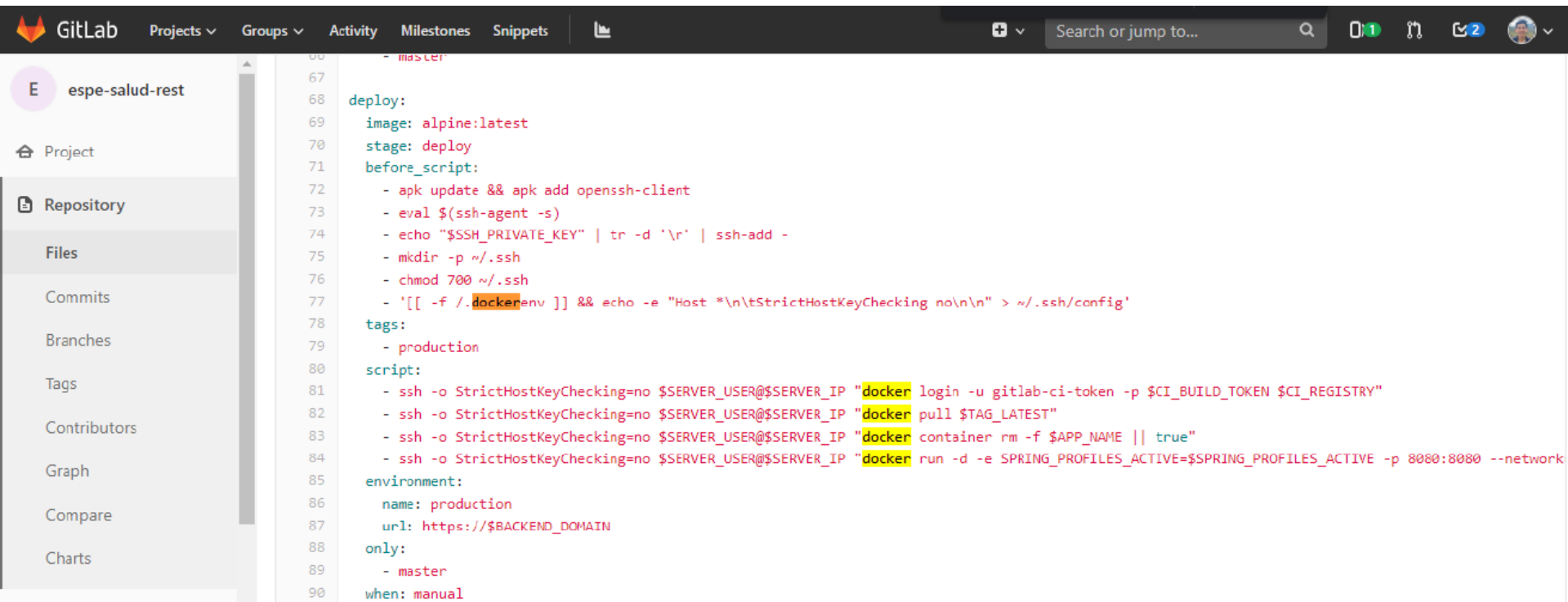
```
24
25 maven-test:
26   stage: test
27   tags:
28     - production
29   script:
30     - mvn test
31   cache:
32     <<: *cache
33     policy: pull-push
```



Implementación del marco de trabajo

Despliegue

Definición de los comandos para el despliegue del proyecto ESPE SALUD API en GitLab.



```
66 - master
67
68 deploy:
69   image: alpine:latest
70   stage: deploy
71   before_script:
72     - apk update && apk add openssh-client
73     - eval $(ssh-agent -s)
74     - echo "$SSH_PRIVATE_KEY" | tr -d '\n' | ssh-add -
75     - mkdir -p ~/.ssh
76     - chmod 700 ~/.ssh
77     - '[[ -f /.dockerenv ]] && echo -e "Host *\n\tStrictHostKeyChecking no\n\n" > ~/.ssh/config'
78   tags:
79     - production
80   script:
81     - ssh -o StrictHostKeyChecking=no $SERVER_USER@$SERVER_IP "docker login -u gitlab-ci-token -p $CI_BUILD_TOKEN $CI_REGISTRY"
82     - ssh -o StrictHostKeyChecking=no $SERVER_USER@$SERVER_IP "docker pull $TAG_LATEST"
83     - ssh -o StrictHostKeyChecking=no $SERVER_USER@$SERVER_IP "docker container rm -f $APP_NAME || true"
84     - ssh -o StrictHostKeyChecking=no $SERVER_USER@$SERVER_IP "docker run -d -e SPRING_PROFILES_ACTIVE=$SPRING_PROFILES_ACTIVE -p 8080:8080 --networkk"
85   environment:
86     name: production
87     url: https://$BACKEND_DOMAIN
88   only:
89     - master
90   when: manual
```

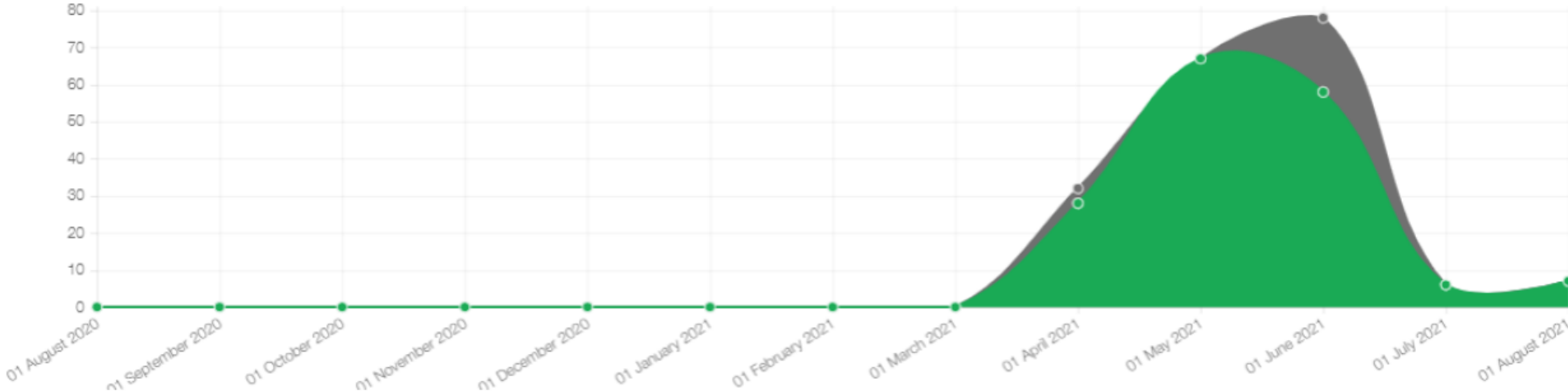


Implementación del marco de trabajo

Monitoreo

Conteo de Pipelines ejecutados con éxito y pipelines fallados del proyecto ESPE SALUD API en GitLab.

Pipelines for last year



Implementación del marco de trabajo

Integración continua

Cambios en el código del proyecto ESPE SALUD API según el miembro del equipo en GitLab.

GitLab Projects Groups Activity Milestones Snippets

espe-salud-rest

Project develop

You can move around the graph by using the arrow keys.

Git revision Begin with the selected commit

Aug 3

master

develop

- Merge branch 'develop' into 'master'
- IMP: Guardar evolucion en cada etapa
- change evolucion-update
- Merge branch '18-feature-certificado' into 'develop'
- IMP: Remove required from correo personal
- Merge branch 'develop' into 'master'
- Merge branch '16-consentimiento-laboratorio' into 'develop'
- IMP: Missing sql migrations
- IMP: Capacidad para subir una firma para el usuario
- IMP: Completado las primeras correcciones antes de laboratorio
- Merge branch 'develop' into 'master'

Jul 22

Jun 21

Jun 30

Issues 4

Collaose sidebar



Implementación del marco de trabajo

Entrega continua

Captura de pantalla de la ejecución de las etapas de entrega continua en el proyecto ESPE SALUD API en GitLab.

Pipeline Jobs 4

Install

Build_and_test

Publish

Deploy

✓ install_depends...



✓ build_app



✓ publish_container



✓ deploy



Implementación del marco de trabajo

Despliegue continuo

Captura de pantalla del despliegue automático exitoso en el proyecto ESPE SALUD API en GitLab.

```
bf76209566d0: Already exists
f10db7ba7580: Already exists
5b2f970878fa: Already exists
ed434bfebf18: Already exists
98878a186e07: Pulling fs layer
98878a186e07: Verifying Checksum
98878a186e07: Download complete
98878a186e07: Pull complete
Digest: sha256:f965a98cdd7c82e30b08fc15533282e174c25dad158b6f658a4a7345662f1194
Status: Downloaded newer image for gitlab.espe.edu.ec:5555/tesis/espe-salud/espe-salud-ws/espe-salud-rest/master:latest
gitlab.espe.edu.ec:5555/tesis/espe-salud/espe-salud-ws/espe-salud-rest/master:latest
$ ssh -o StrictHostKeyChecking=no $SERVER_USER@$SERVER_IP "docker container rm -f $APP_NAME || true"
salud-espe-backend
$ ssh -o StrictHostKeyChecking=no $SERVER_USER@$SERVER_IP "docker run -d -e
SPRING_PROFILES_ACTIVE=$SPRING_PROFILES_ACTIVE -p 8080:8080 --network=saludespe --name $APP_NAME
$TAG_LATEST"
d6a298d57c02610f9e227ca53466472431a6e4b7a8b3827e6a6ee4affe87958e
Saving cache for successful job
Not uploading cache master due to policy
Cleaning up file based variables
Job succeeded
```

deploy Retry

Duration: 46 seconds
Timeout: 1h (from project) ?
Runner: ESPE SALUD DOCKER RUNNER (#9)
Tags: production

Commit [1c148d15](#) 🔗

Merge branch 'develop' into 'master'

✔ Pipeline #411 from master

deploy ▼

→ ✔ deploy



Implementación del marco de trabajo

Ejecución del pipeline automático

Historial de ejecuciones de Pipelines del Marco de Trabajo en el proyecto ESPE SALUD API en GitLab.

Anthony Cabrera > espe-salud-gitlab > Pipelines

All 8 Finished Branches Tags Clear runner caches CI lint Run pipeline

Filter pipelines Show Pipeline ID ▾

Status	Pipeline	Triggerer	Stages	
✓ passed ⌚ 00:12:23 📅 1 year ago	Hotfix #365503641 <code>gitlab-ci</code> <code>e6df66d4</code> ⚙️ latest		✓ ✓ ✓	↓ ▾
✗ failed ⌚ 00:12:40 📅 1 year ago	Hotfix #365499163 <code>gitlab-ci</code> <code>457737ea</code> ⚙️		✓ ✗	↻ ↓ ▾
✗ failed ⌚ 00:12:30 📅 1 year ago	Changes on gitlab-ci #365495344 <code>gitlab-ci</code> <code>4e6cc359</code> ⚙️		✓ ✓ ✗	↻ ↓ ▾



Implementación del marco de trabajo

Retroalimentación continua

Captura de pantalla de debate entre el equipo de trabajo de ESPE SALUD.

espesalud-devops

Anthoro

Reportes en excel

Reporte consolidado de admisiones

Anthoro Nuevos cambios en la documentación

Registro de cambios

8:58 AM DiegoMaigualca Interesante. Justamente ayer había revisado y no se había publicado nada.

8:58 AM Anthoro 👍

Message #espesalud-devops

ONLINE — 2

- Anthoro
- DiegoMaigualca

OFFLINE — 6

- Anthony011
- dan1234
- Diego_Maigualca
- Luis Pillaga BOT
- SHONIISRA
- tatorres



Implementación del marco de trabajo

Evidencia de la ejecución del proyecto

The screenshot displays the ESPE SALUD web application interface. At the top left, there is a navigation menu with icons for Inicio, Estadísticas, Documentación, Administración, and Catálogos. The main header includes the ESPE logo, a search bar with the text 'Seleccione un paciente', and the user name 'CABRERA CORDOVA, ANTHONY ROLANDO'. The central content area features a large heading 'Bienvenidos a ESPE SALUD' and the ESPE SALUD logo. Below this, a text block reads 'Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.' To the right, there is an aerial photograph of the 'Campus Santo Domingo' building. A section titled 'Instrucciones' contains two light blue boxes with instructions: 'Para iniciar debe seleccionar un paciente. Haga click en el icono de búsqueda.' and 'Seleccione una opción en el menú de la'. The footer contains the text 'Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE 2021', 'Versión: 1.0.6', and '© Todos los derechos reservados.'.

Inicio

Estadísticas >

Documentación >

Administración >

Catálogos >

ESPE

ESPE SALUD

Seleccione un paciente +

CABRERA CORDOVA, ANTHONY ROLANDO

Bienvenidos a ESPE SALUD

ESPE SALUD

Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Campus Santo Domingo

Instrucciones

Para iniciar debe seleccionar un paciente. Haga click en el icono de búsqueda.

Seleccione una opción en el menú de la

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE 2021 | Versión: 1.0.6 | © Todos los derechos reservados.



Implementación del marco de trabajo

Evidencia de la ejecución del proyecto

The screenshot shows the 'Usuarios' (Users) management interface in the ESPE SALUD system. The interface includes a sidebar menu on the left with options like 'Inicio', 'Estadísticas', 'Documentación', 'Administración', 'Usuarios', and 'Catálogos'. The main content area displays a list of users, each with a profile picture, name, email, phone number, and status indicators (a red minus sign for deletion and a blue checkmark for activation). The users listed are:

Nombre	Correo Electrónico	Teléfono	Estado
CAJAS PARRA, ANDREA ESTEFANIA	aecajas1@espe.edu.ec	23989-400	Desactivado
CARRERA TIPAN, MARIA VICTORIA	mvarrera@espe.edu.ec	23989-400	Desactivado
COLOMA LARA, CECILIA JANETH	cjcoloma1@espe.edu.ec	2457-238	Desactivado
DEL PILAR MARIN DUEÑAS	rpmarin@espe.edu.ec	2810-206	Activado

At the bottom of the page, there is a footer with the text: 'Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE 2021', 'Versión: 1.0.6', and '© Todos los derechos reservados.'.



Itinerario del día

- Planteamiento del problema y objetivos
- Marco teórico
- Propuesta de marco de trabajo
- Implementación del marco de trabajo
- Evaluación
- Conclusiones y recomendaciones



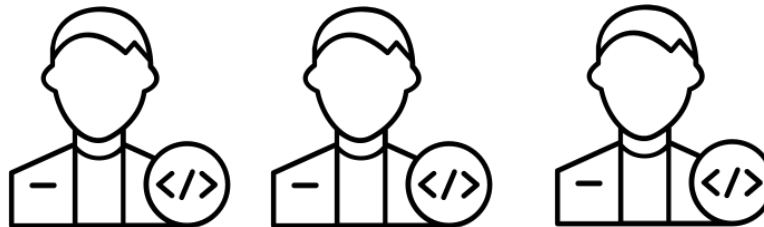
Matriz de resumen de la evaluación

Hipótesis	Variables	Atributos	Valor
Si se define un marco de trabajo basado en DevOps entonces se optimiza el desarrollo, entrega, despliegue y monitoreo continuo de software para la gestión de historias clínicas en el Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.	(Dependiente) Definición de un marco de trabajo basado en DevOps. (Independiente) Se optimiza el desarrollo de software entrega, despliegue y monitoreo continuo de software para la gestión de historias clínicas en el departamento médico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.	Aceptación de la funcionalidad.	Aceptación de al menos 70%.



Procedimiento

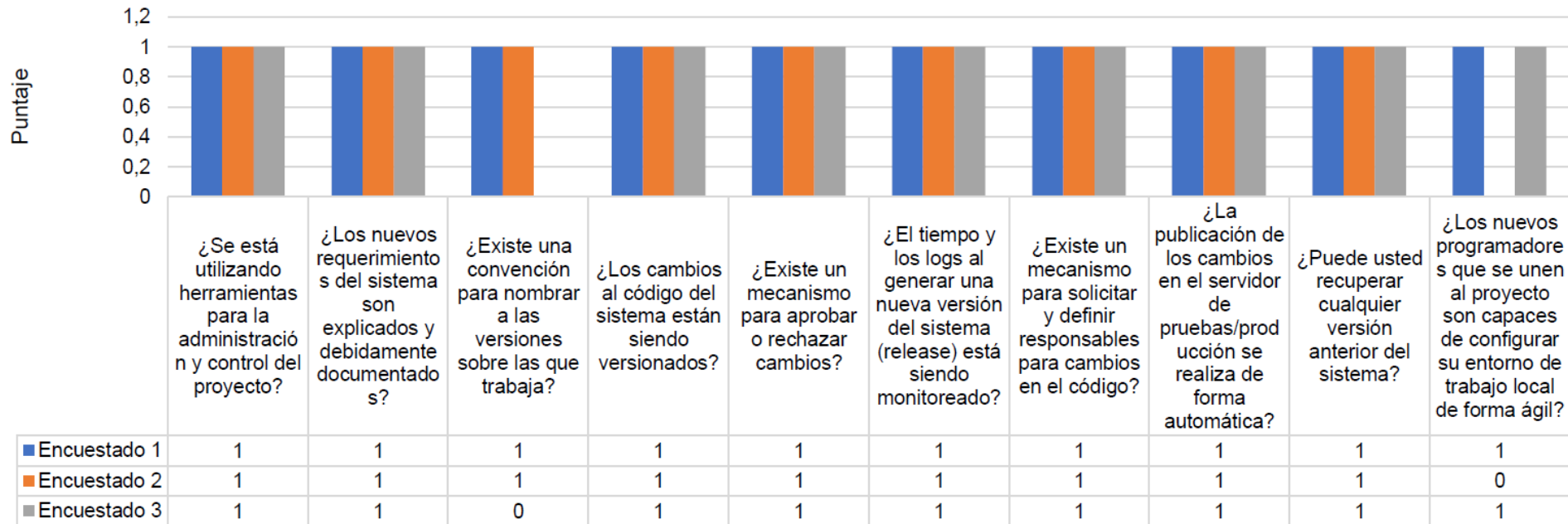
- El grupo de desarrolladores y administrador del equipo se comprometen a utilizar el marco de trabajo durante el desarrollo del sistema ESPE SALUD.
- Luego de 90 días, se efectúa una reunión de trabajo y finalmente todos responden la encuesta formulada.



Equipo de trabajo

Resultados de encuesta de satisfacción

Resultados de la Encuesta



Resultados de encuesta de satisfacción

- Después del análisis de las encuestas aplicadas se tiene que el grado de aceptación de funcionalidad por parte de los participantes es del **96,6%**.



Viabilidad

- El marco de trabajo MTDDS optimiza el desarrollo, entrega, despliegue y monitoreo continuo de software para la gestión de historias clínicas en el Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Haciendo que los procesos estén documentados, los requerimientos se atiendan ágilmente y la integración, entrega y despliegue se realicen de forma automática.



Itinerario del día

- Planteamiento del problema y objetivos
- Marco teórico
- Propuesta de marco de trabajo
- Implementación del marco de trabajo
- Evaluación
- Conclusiones y recomendaciones



Conclusiones

1. Se definió un marco de trabajo basado en DevOps, que optimizó el desarrollo, entrega, despliegue y monitoreo continuo de software para la gestión de historias clínicas en el Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
2. Se realizó el estudio bibliográfico sobre marcos de trabajo de desarrollo de software y DevOps, con el fin de conocer el estado de la literatura en estas ramas de la Ingeniería de Software.
3. Se desarrolló un marco de trabajo basado en DevOps que sea una propuesta transversal y aplicable.
4. Se implementó el marco de trabajo en el desarrollo del sistema para la gestión de historias clínicas del Sistema Integrado de Salud de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.



Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

5. Se validó el marco de trabajo implementado, a través de los indicadores de la variable dependiente realizando entrevistas individuales al equipo de desarrollo del proyecto para la gestión de historias clínicas.
6. La implementación de DevOps garantizó que los procesos, ambientes de desarrollo y servidores estén configurados para generar nuevas versiones de producción en el menor tiempo.
7. El marco de trabajo propuesto, permite a las personas e investigadores el empezar con la implementación de soluciones DevOps de una forma interactiva ya que la propuesta hace una introducción de las herramientas disponibles y la forma de iniciar con el uso de GitLab.



Recomendaciones

- Aprovechar las bondades que aporta DevOps para continuar con la optimización del desarrollo de software de gestión de historias clínicas, así como el desarrollo de todo tipo de sistemas de información.
- Formalizar los flujos de trabajo que utilizamos cada día. Estos pueden convertirse en parte de la literatura disponible y serán de gran utilidad para el resto de investigadores.
- Utilizar las nuevas tecnologías de DevOps para generar soluciones a distintos problemas que se tienen día tras día con la implementación y publicación de sistemas.



Conclusiones y Recomendaciones

Recomendaciones

- Implementar soluciones nuevas a los sistemas de instituciones como la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Además de ser un ejemplo de trabajo de titulación es una demostración de la transferencia de tecnología que ocurre dentro de las aulas.
- Adoptar una cultura DevOps dentro de una organización implica un cambio a nivel comunicacional de y de la organización en general, por este motivo es necesario brindar la capacitación necesaria a los miembros del equipo de trabajo.
- Migrar hacia un enfoque DevOps implica establecer un solo mecanismo para programar, probar y publicar de forma continua. Las anteriores prácticas al uso de DevOps se deben olvidar.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

¡Gracias por su atención!

