



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

INGENIERÍA EN SOFTWARE

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

“DESARROLLO DE UN SISTEMA SOFTWARE PARA AUTOMATIZAR LOS PROCESOS DE CONTRATACIÓN POR PROCEDIMIENTO AL EXTERIOR EN LA COMANDANCIA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA HACIENDO USO DE UN MOTOR BPM OPEN SOURCE Y SU VALIDACIÓN POR MEDIO DE FIRMA ELECTRÓNICA.”

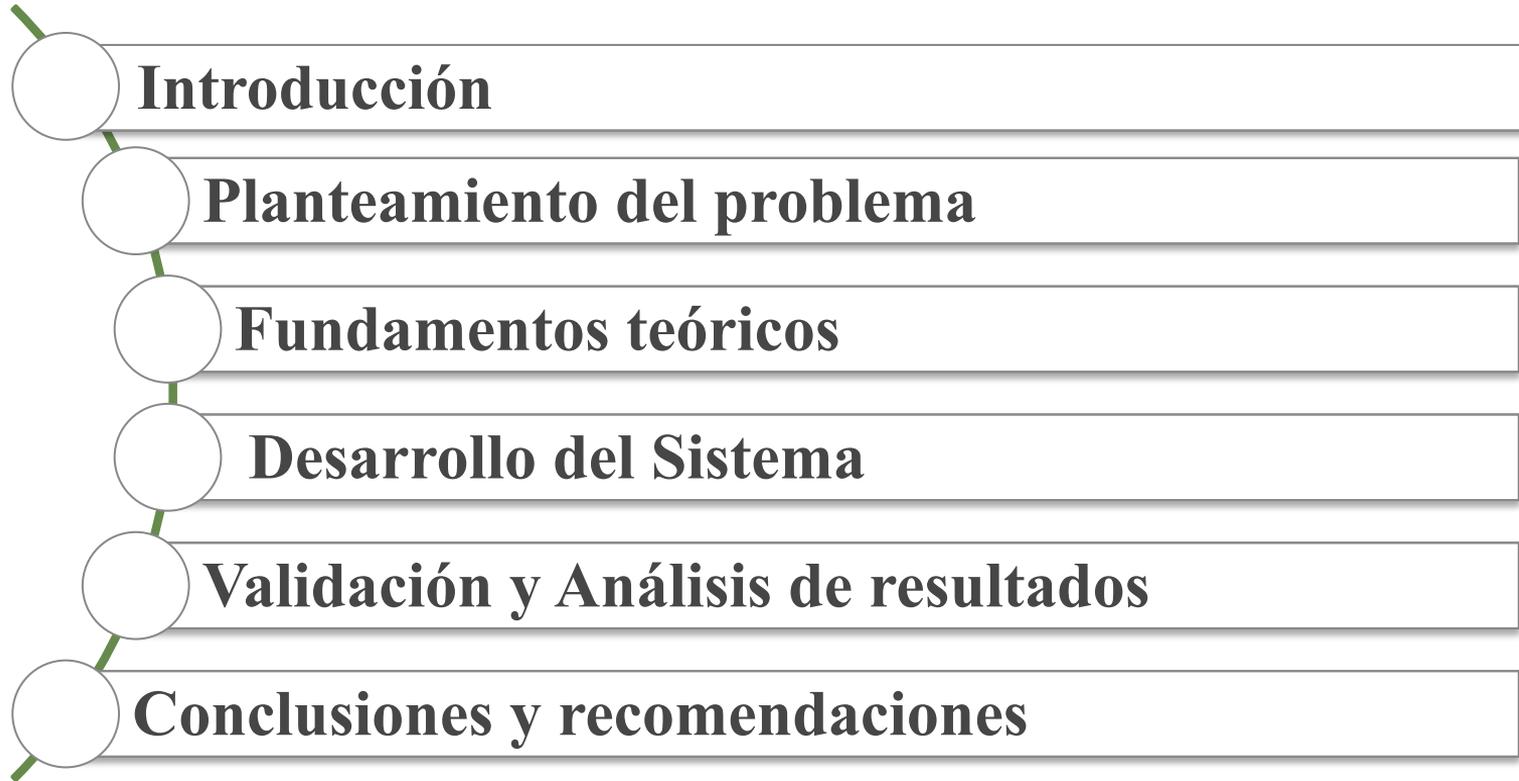
Autores:

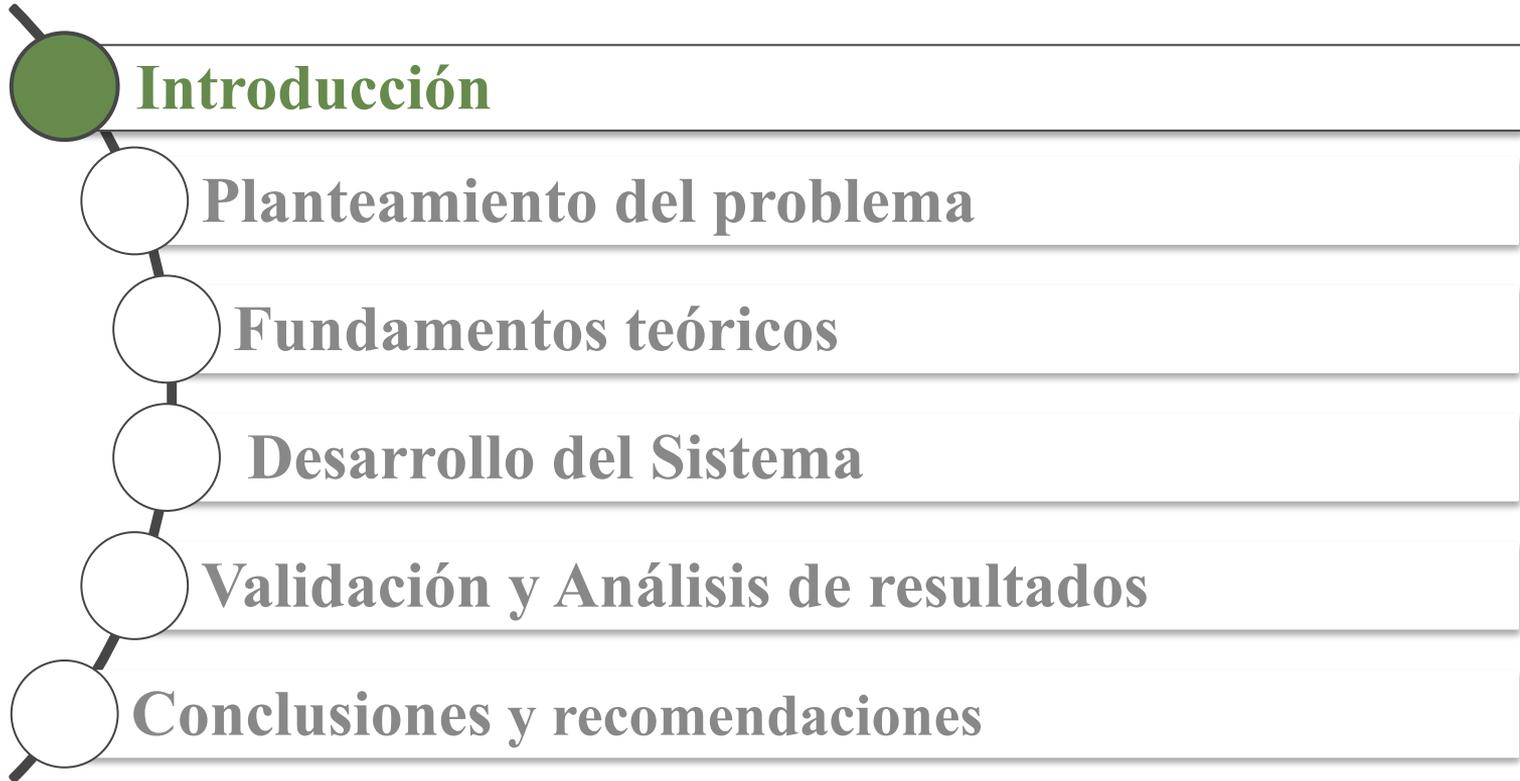
**Esparza Cano, David Alejandro
Gallegos Carvajal, Diego Steven**

Ing. Espinel Mena, Gonzalo Patricio, Mgs.

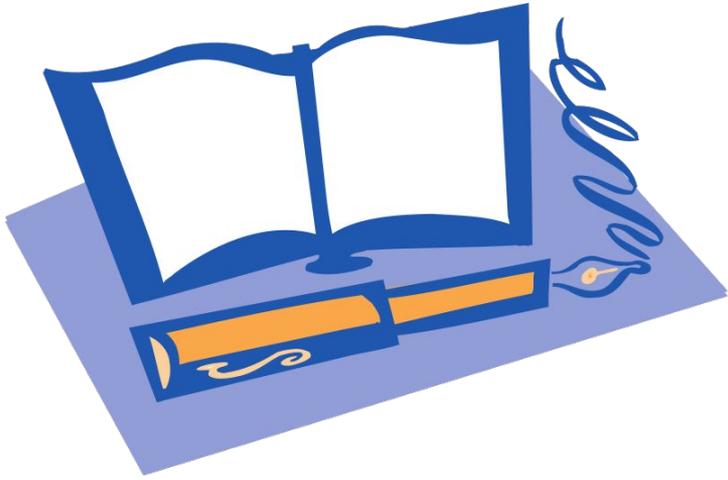


Itinerario del Día

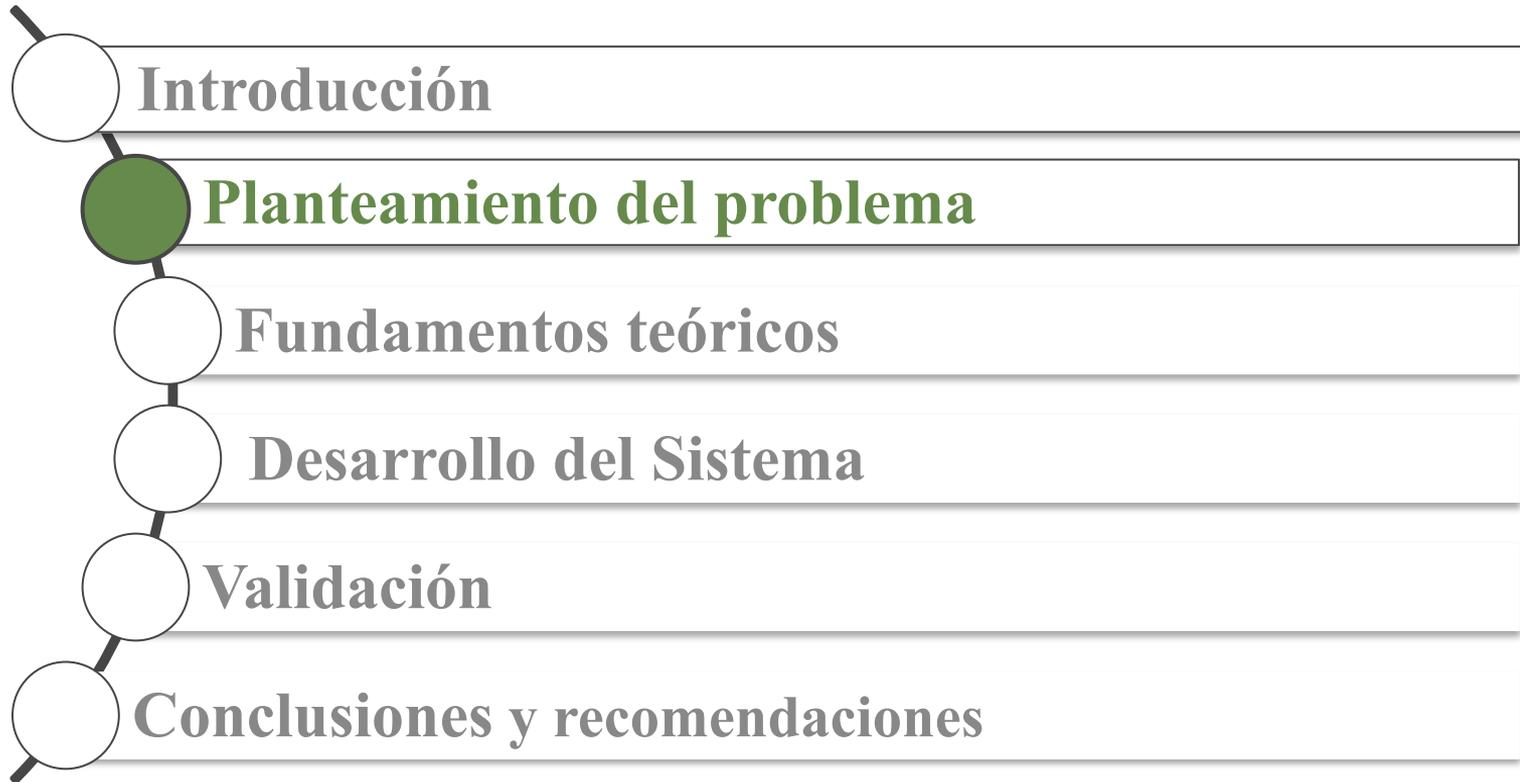




Introducción



- Formulación del marco teórico asociado a la automatización BPM y firma electrónica.
- Definición y Modelado de procesos.
- Motor BPM Open Source.
- Implementación de la propuesta.



Planteamiento del problema



- ✓ La ejecución de los procesos PEX resulta una tarea larga y tediosa.
- ✓ Es difícil darle un seguimiento debido a que se realiza de forma manual.
- ✓ El PEX no cuenta con soporte de ejecución ni administración en el portal SERCOP,

Formulación del problema

¿Cómo automatizar los procesos de contratación por procedimiento al exterior de la Comandancia de la Fuerza Aérea Ecuatoriana?.



Justificación e Importancia

- La FAE no cuenta con una herramienta tecnológica adecuada que permita la ejecución de los procesos PEX
- La tendencia a suprimir o reemplazar la firma tradicional.
- La Mejora Continua.
- Entender lo que realmente necesita para mejorar en la toma de decisiones y optimización de sus tareas.



Objetivos General

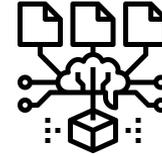
Desarrollar un sistema software para automatizar los Procesos de contratación por procedimiento al exterior en la Comandancia de la Fuerza Aérea Ecuatoriana haciendo uso de un motor BPM Open Source y su legalización por medio de firma electrónica..



Objetivos Específicos



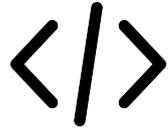
Formular el marco teórico vinculado a la automatización BPM.



Diseñar el flujo de trabajo acorde a la notación BPMN y el análisis de los requerimientos para el desarrollo del sistema.



Objetivos Específicos



Desarrollar un sistema software empleando una metodología adecuada para el desarrollo de sistemas web incluyendo un motor BPM Open Source, así como también el uso de firma digital para aumentar la seguridad e integridad de los documentos que se manejen durante la ejecución de los procesos que se desean automatizar



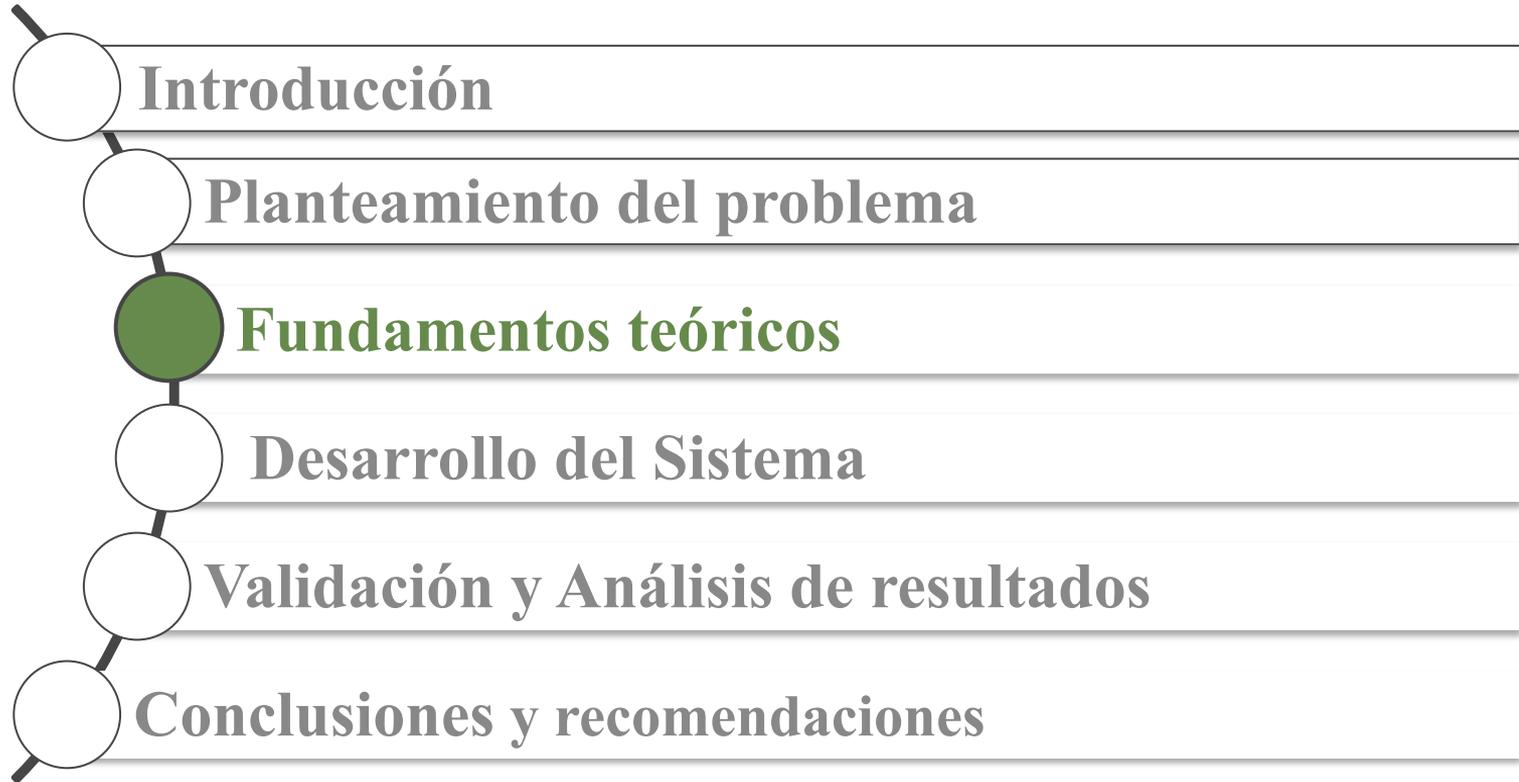
Validar el sistema mediante pruebas de funcionalidad y de usabilidad, en conjunto con el personal administrativo de la Comandancia de la Fuerza Aérea Ecuatoriana



Hipótesis

Si se desarrolla un sistema software con el uso de un motor BPM Open Source y firma electrónica entonces podremos automatizar los procesos de contratación por procedimiento al exterior en la Comandancia de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.





Entremos en Materia

Automatización BPM

Es el cumplimiento de las metas empresariales por medio de la mejora, la gestión y el control de los procesos de negocio, es una disciplina de gestión centrada en aumentar el rendimiento corporativo a través de la gestión de procesos de negocio.



Firma electrónica

Su objetivo es garantizar la integridad y validez de la documentación digital, buscando cubrir cualquier expectativa de personas, empresas o entidades con respecto a la autoría y validez de la documentación

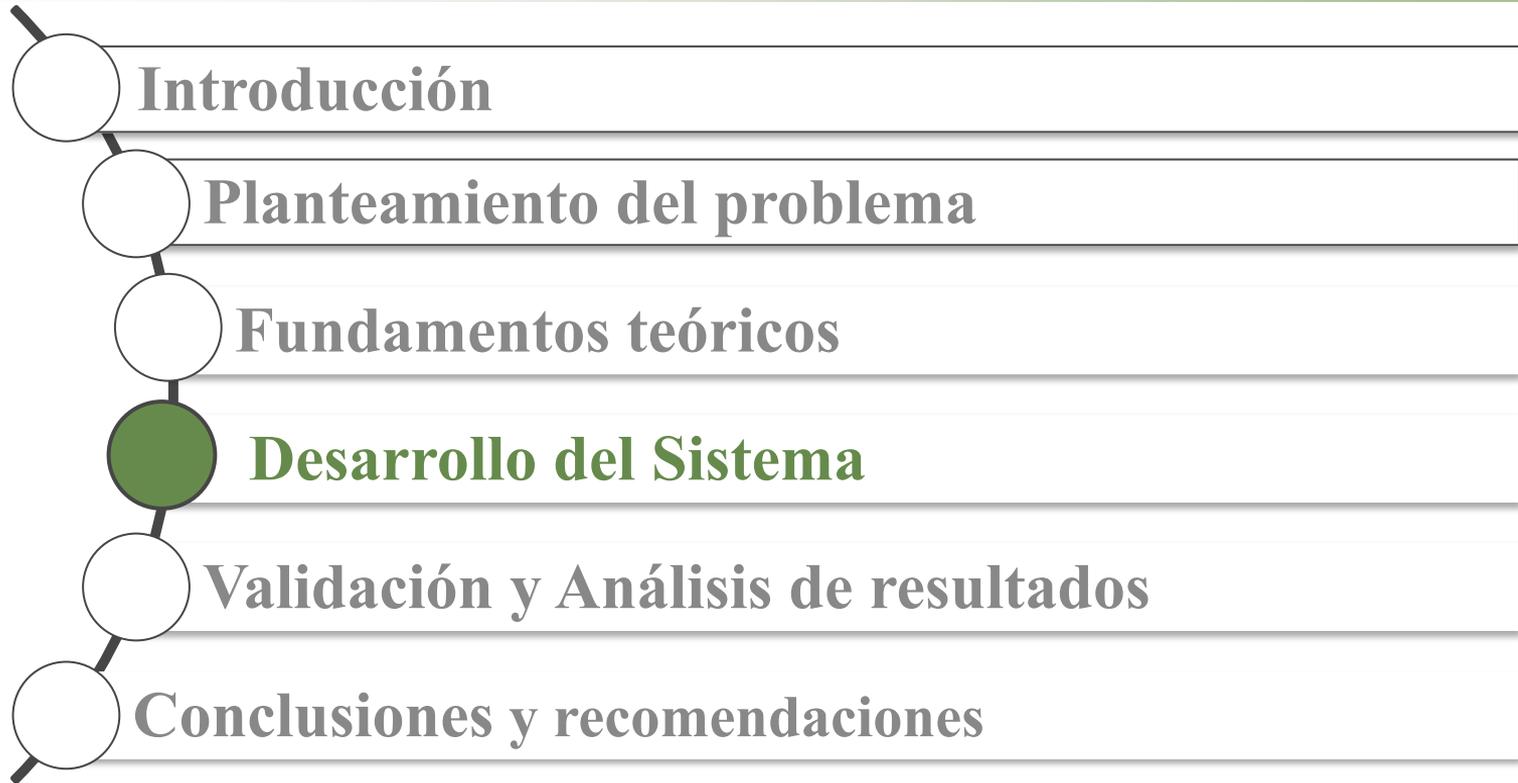
Metodología Scrum

Scrum es un framework diseñado de una manera que logra una colaboración eficaz en el grupo de trabajo, utilizando un conjunto definido de reglas y roles para crear una estructura operativa válida

Activiti

Activiti es el motor BPMN de código abierto líder en Java, ligero y centrado en Java, que respalda las necesidades de automatización de procesos del mundo real



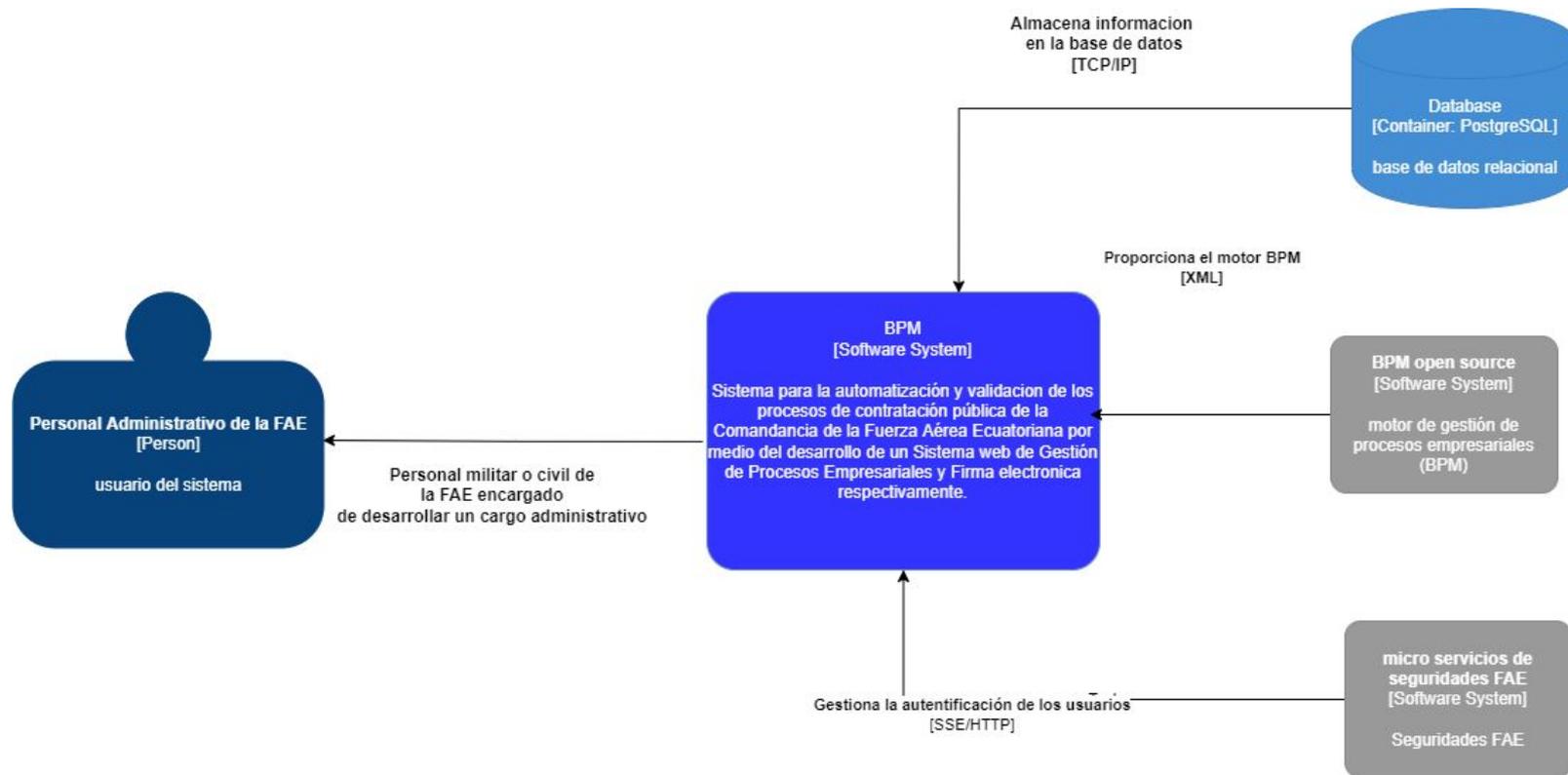


Gestion y Analisis de Requisitos

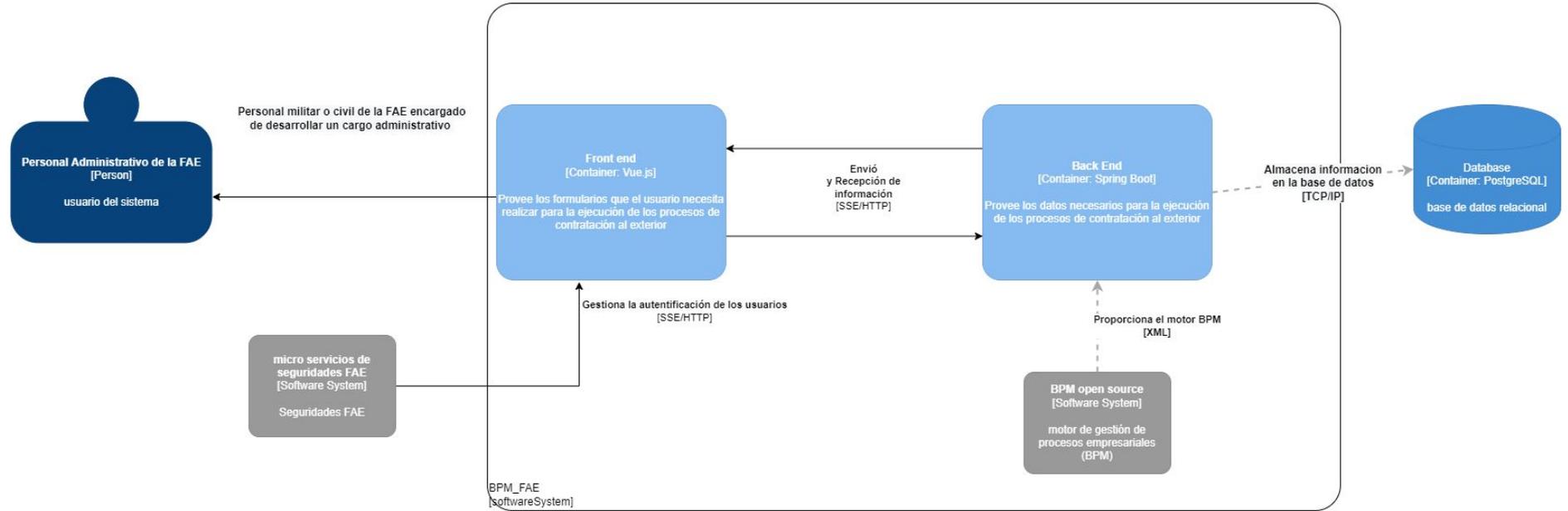
Acorde a los principios de Scrum la opinión del usuario es de vital importancia para el éxito del producto software que se desea desarrollar. Durante la definición de requerimientos es necesario reunirse e interactuar de forma activa con el cliente para poder obtener y especificar necesidades de una forma clara y concisa.



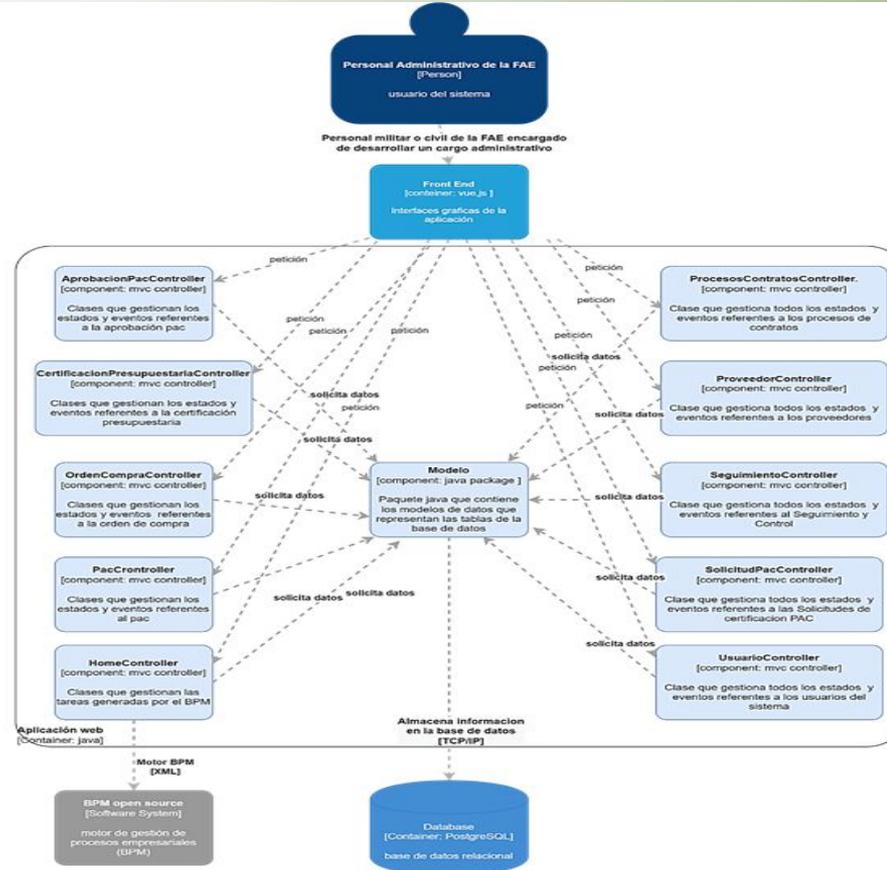
Modelo C4: Diagrama de Contexto



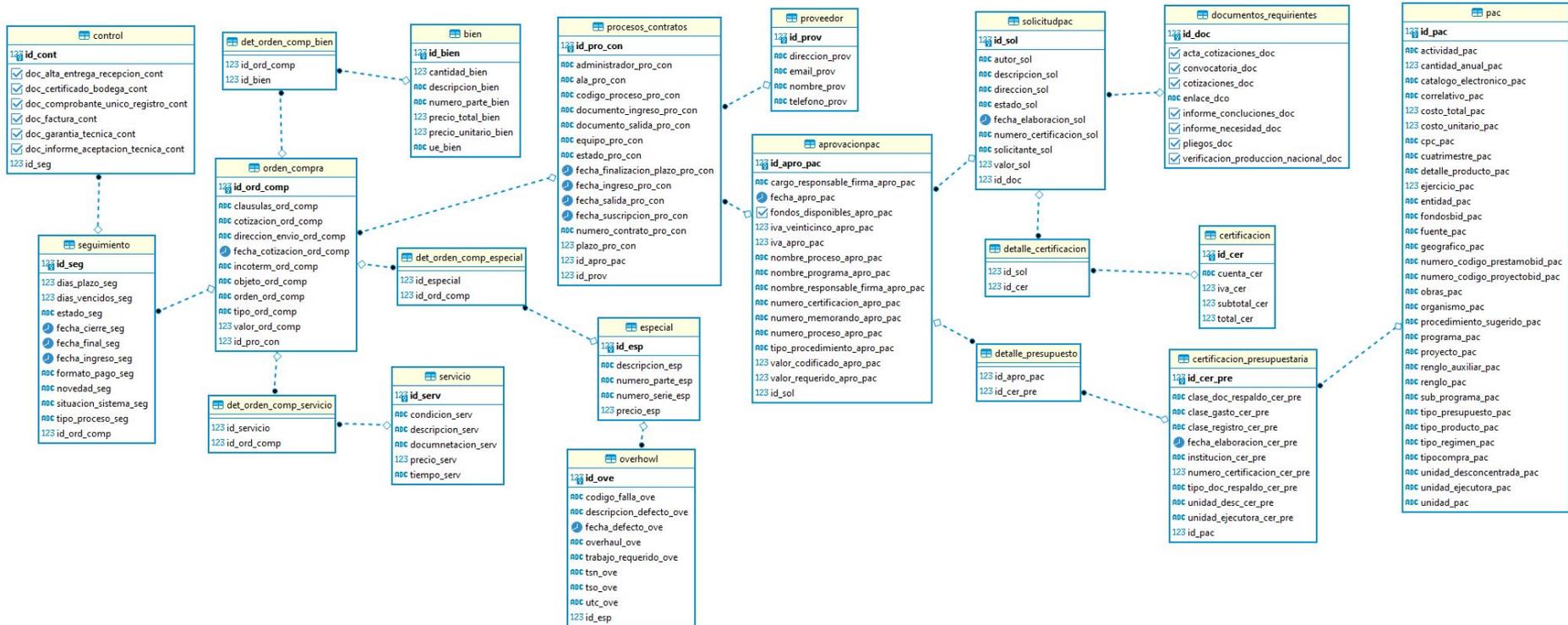
Modelo C4: Diagrama de Contenedor



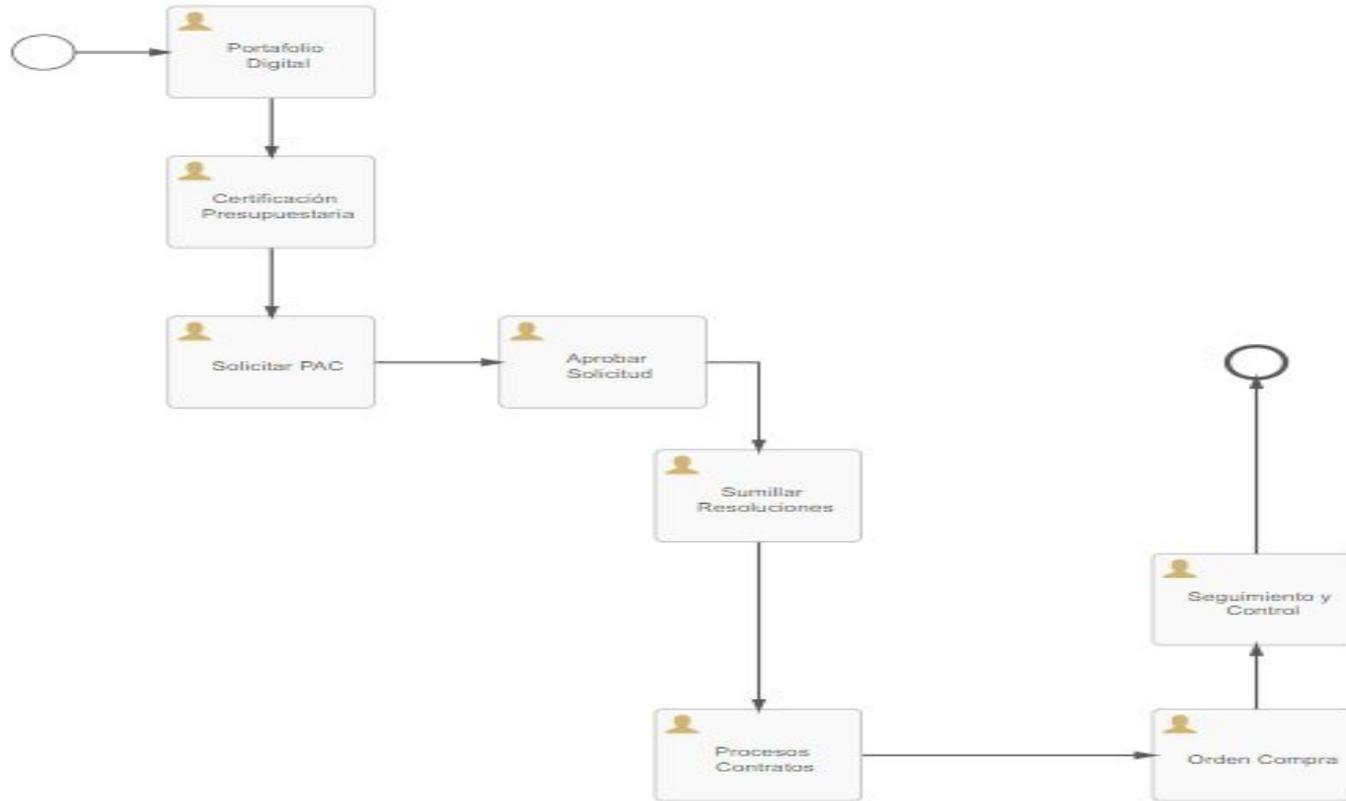
Modelo C4 : Diagrama de Componentes



Esquema de base de datos



Flujograma del proceso PEX



Integración y uso del motor Activiti

```
@RestController
@RequestMapping(value="/bpm")
@CrossOrigin(origins = "**")
public class BpmController {

    @Autowired
    private BpmService bpmServ;

    @GetMapping("/iniciar")
    public String iniciarProceso() {
        bpmServ.startProcess();
        return "Proceso iniciado";
    }

    @GetMapping("listar/{user}")
    public List<Map<String, Object>> listar(@PathVariable String user){
        List<Task> taskList = bpmServ.getTasks(user);

        List<Map<String, Object>> customTaskList = new ArrayList<>();
        for (Task task : taskList) {
            Map<String, Object> map = new LinkedHashMap<>();
            map.put("taskId", task.getId());
            map.put("taskDefinitionKey", task.getTaskDefinitionKey());
            map.put("taskName", task.getName());

            customTaskList.add(map);
        }
        return customTaskList;
    }

    @GetMapping("completar/{id}")
    public String completarTarea(@PathVariable String id) {
        bpmServ.completeTask(id);
        return "Tarea completada";
    }
}
```

```
@Service
@Transactional
public class BpmService {

    @Autowired
    private RuntimeService runtimeService;

    @Autowired
    private TaskService taskService;

    public void startProcess() {

        runtimeService.startProcessInstanceByKey("Process_pex");
    }

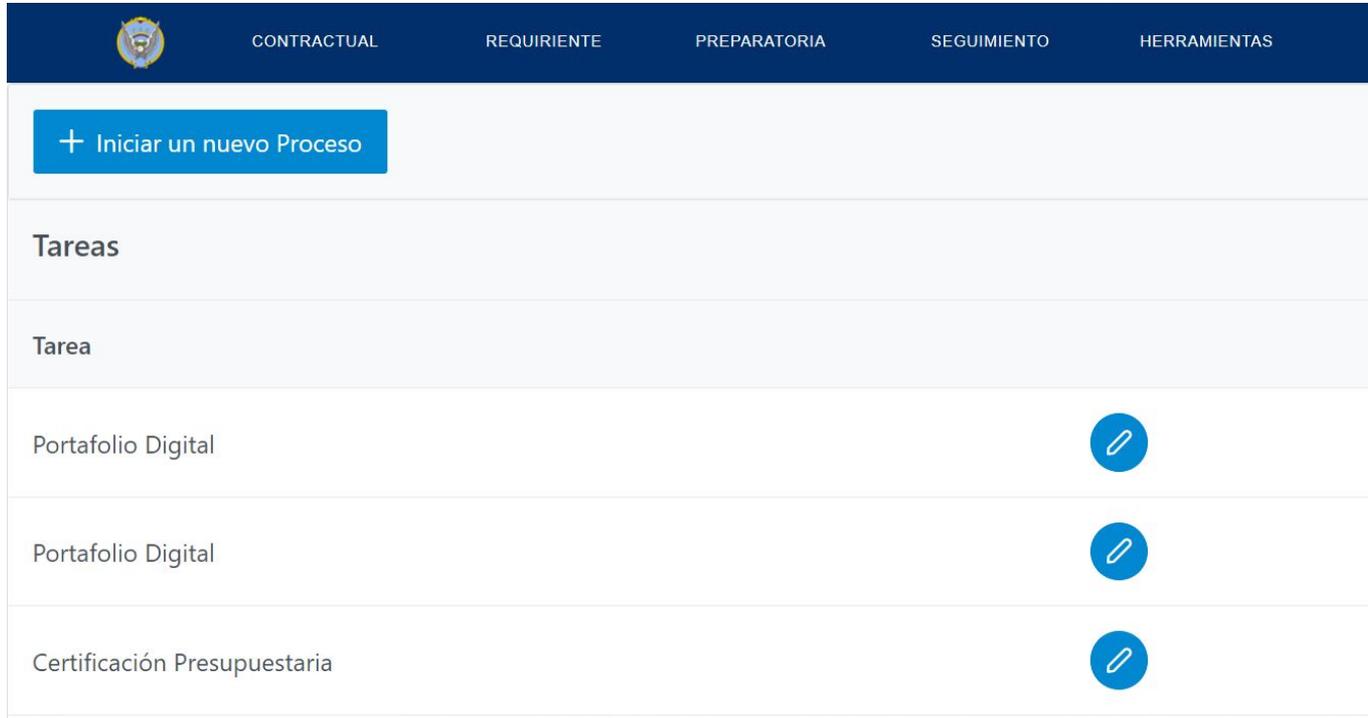
    public List<Task> getTasks(String assignee) {
        return taskService.createTaskQuery().taskAssignee(assignee).list();
    }

    public void completeTask(String taskId) {
        taskService.complete(taskId);
    }
}
```

```
<dependency>
<groupId>org.activiti</groupId>
<artifactId>activiti-spring-boot-starter</artifactId>
<version>7.1.0.M4</version>
</dependency>
```



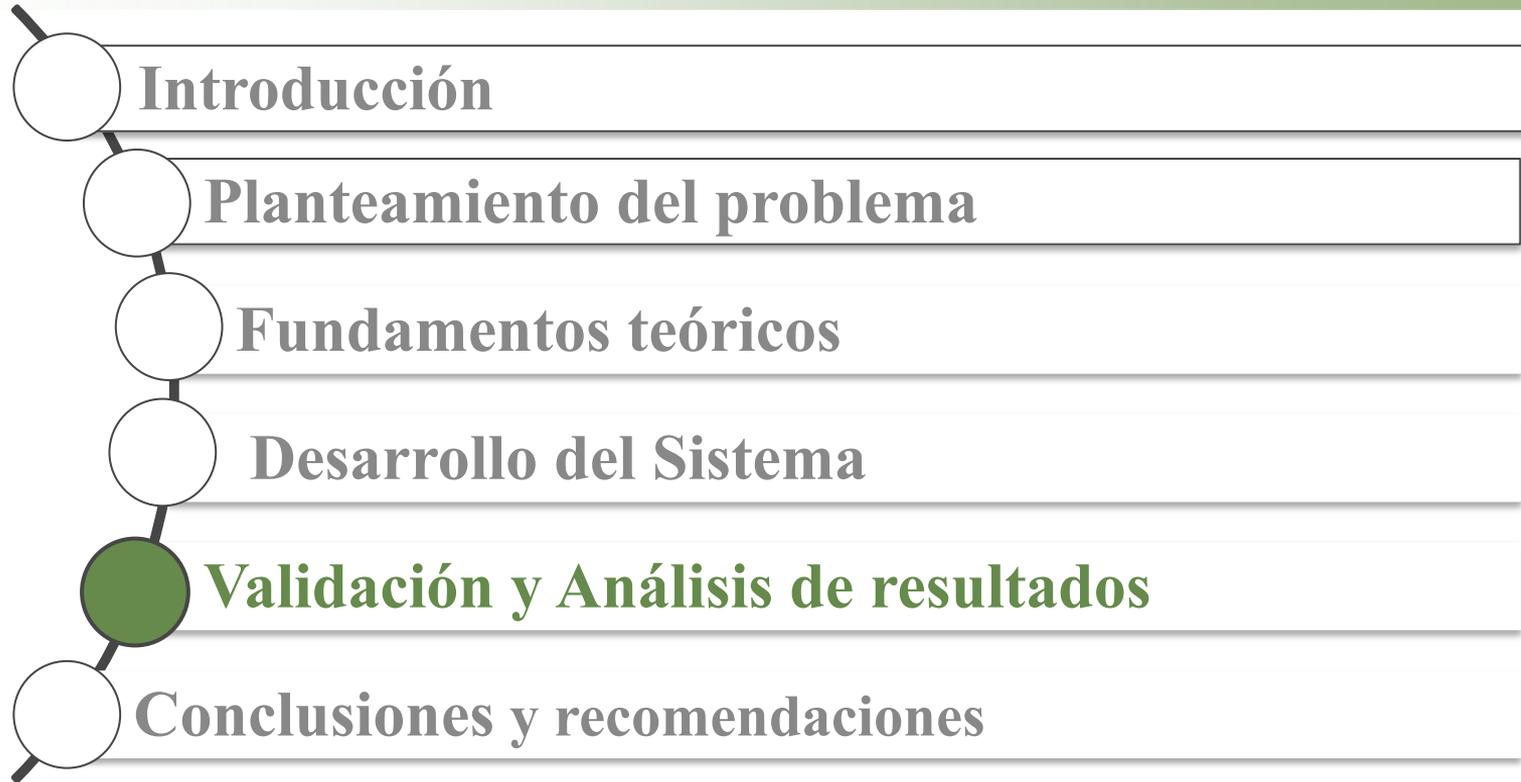
Implementación



The screenshot shows a web application interface with a dark blue header. The header contains a logo on the left and five menu items: CONTRACTUAL, REQUIRIENTE, PREPARATORIA, SEGUIMIENTO, and HERRAMIENTAS. Below the header is a white area with a blue button that says '+ Iniciar un nuevo Proceso'. Underneath is a section titled 'Tareas' (Tasks). This section contains a table with three rows. Each row has a task name on the left and a blue circular icon with a white paperclip on the right. The tasks listed are 'Portafolio Digital', 'Portafolio Digital', and 'Certificación Presupuestaria'.

Tarea	
Portafolio Digital	
Portafolio Digital	
Certificación Presupuestaria	





Testing



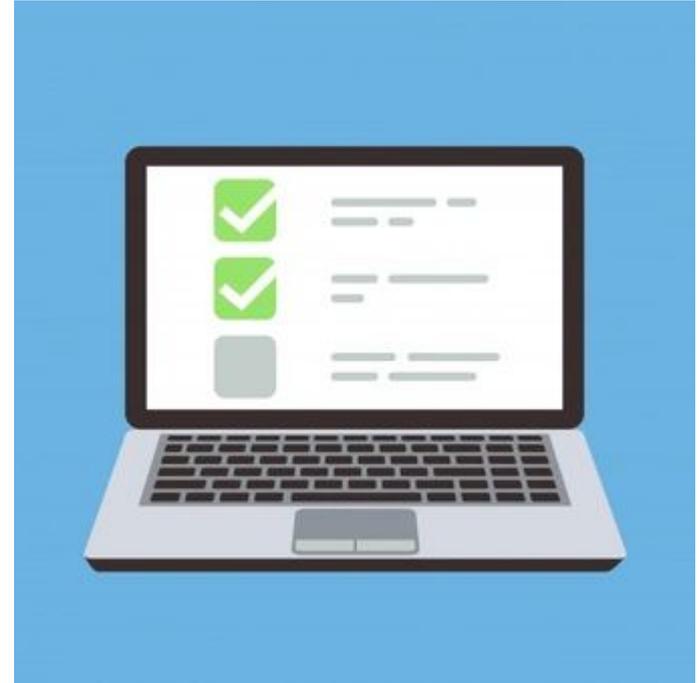
Pruebas



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Pruebas Unitarias

- Se realizaron 12 pruebas unitaria que se enfocaron en comprobar el cumplimiento de las historias de usuario definidas en el levantamiento de requisitos.
- Los resultados fueron positivos marcando un buen funcionamiento del aplicativo web.



Pruebas Integración

Pruebas de integración

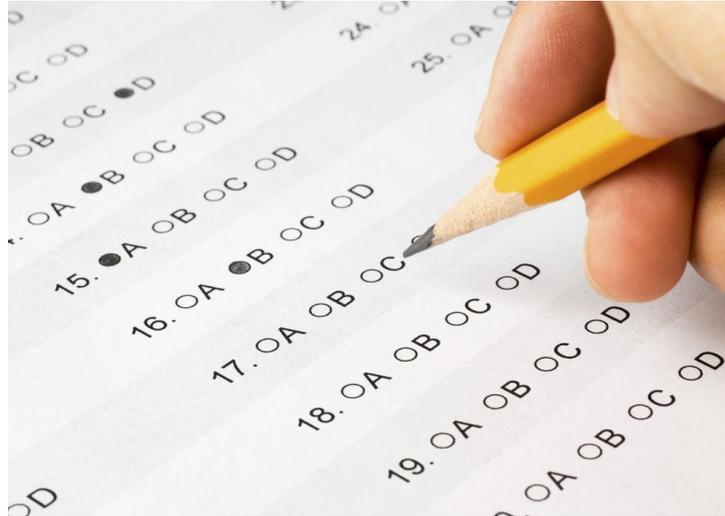
N°	Prueba	Cumple
1	Se probó la funcionalidad en conjunto de las historias de usuario HU-0001, HU-0002, HU-0003, HU-0012	si
2	Se probó la funcionalidad en conjunto de la historia de usuario HU-0004, HU-0005	si
3	Se probó la funcionalidad en conjunto de la historia de usuario HU-0006, HU-0011	si
4	Se probó la funcionalidad en conjunto de la historia de usuario HU-0007, HU-0008	si
5	Se probó la funcionalidad en conjunto de la historia de usuario HU-0009, HU-0010	si

Estas pruebas tienen como objetivo validar que los fragmentos de código probados unitariamente en conjunto tengan un correcto funcionamiento ajustándose a los requisitos especificados



Pruebas Aceptación

Para las pruebas de aceptación se aplicó el test SUS. de la cual se obtuvo una nota de 76.125 sobre 100, comprobando la aceptación de los usuarios.



Recolección de datos y análisis de resultados



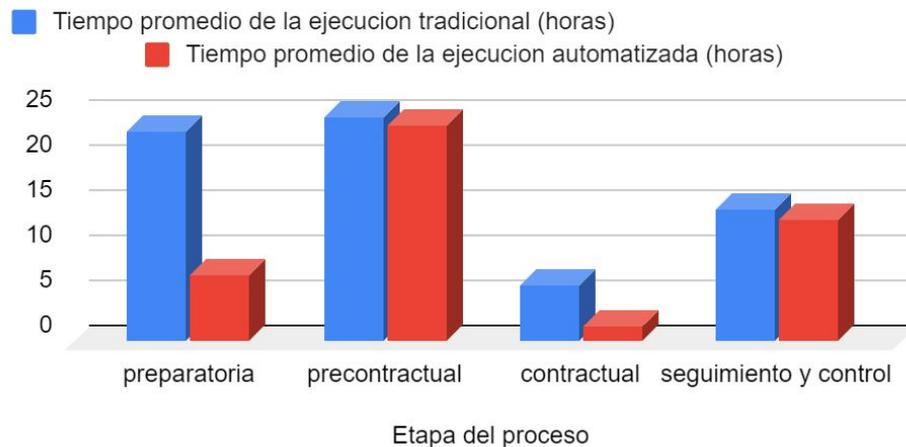
Recolección de Datos

Se recolectaron datos de la documentación de 20 procesos PEX que fueron ejecutados durante todo el año 2021, los mismos 20 procesos fueron ejecutados nuevamente, pero esta vez utilizando el sistema de automatización PEX

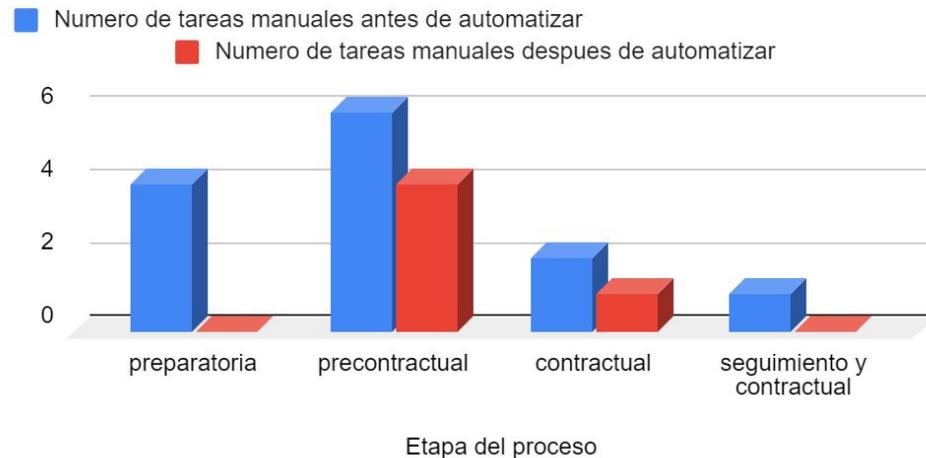


Análisis de Resultados

Tiempo promedio de la ejecución tradicional (horas) y Tiempo promedio de la ejecución auto...



Numero de tareas manuales antes de automatizar y Numero de tareas manuales despues de automati...



Validación de la Hipótesis

La hipótesis propuesta es: ¿Si se desarrolla un sistema software con el uso de un motor BPM Open Source y firma electrónica entonces podremos automatizar los procesos de contratación por procedimiento al exterior en la Comandancia de la Fuerza Aérea Ecuatoriana?



Validación de la Hipótesis

La validación de la hipótesis se realizó mediante la distribución t de Student, ya que esta distribución permite probar la igualdad de las medias de dos grupos de datos.

- Grados de libertad:

$$n - 1 = 4 - 1 = 3$$

- Según la tabla t-Student, para el 0.05% de confianza, se obtiene el valor de 2.3534



Validación de la Hipótesis

- Si $t \leq 2.3534$ entonces no se rechaza H_0
- Si $t > 2.3534$ entonces se rechaza H_0

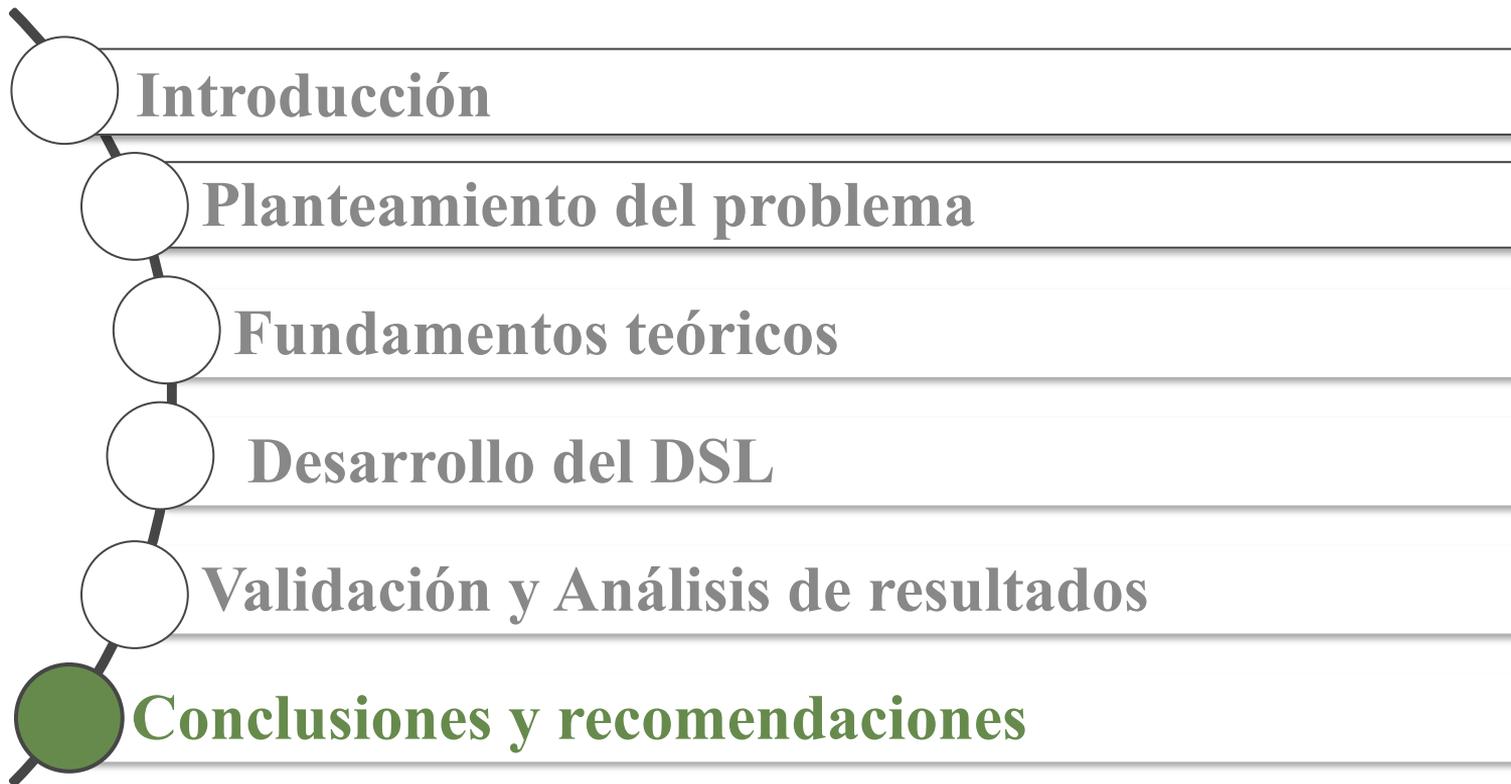
Cálculo t-student :

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{22,49631778 - 0}{\frac{7,057427369}{\sqrt{4}}}$$

$t = 6.375217$





Conclusiones

- Se desarrolló un aplicativo web que permite ejecutar el proceso de contratación al exterior en la comandancia de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, el mismo que ha permitido reducir los tiempos de ejecución de cada proceso del PEX.
- La metodología BPM es una herramienta que permite optimizar la ejecución de los procesos internos de una empresa de una manera más segura y eficiente, debido a esto se implementó un motor BPM open source el cual ha demostrado que optimiza y mejora el tiempo de ejecución de las tareas manuales en un flujo de trabajo, es decir se redujo el tiempo promedio de ejecución de subprocesos y de la producción de la documentación de los mismos, así como también disminuyeron el número de tareas que se realizaban de forma manual.

Conclusiones

- Se desplegó un módulo para legalizar digitalmente los documentos generados en la ejecución del proceso PEX, el cual ha permitido optimizar el tiempo a través del manejo de la firma electrónica, además de aumentar la seguridad garantizando la autoría y validez de los documentos necesarios para la contratación pública en la Comandancia de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.
- Se concluye que gracias a la automatización por medio del motor BPM los procesos de contratación pública por procedimiento al exterior se ejecutan de una manera eficiente, excepto en las etapas o fases del PEX que requieren la intervención de uno o más agentes externos a la institución.



Conclusiones

- La información recolectada a lo largo del capítulo 2 resultó de gran utilidad al momento de desarrollar el aplicativo, gracias a que nos dio un fundamento necesario para tener una visión más acertada del cómo optimizar el PEX en la Comandancia de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.
- Uno de los principios de BPM se enfoca en fomentar la comunicación interna, gracias al uso de esta metodología fue posible incluir en el desarrollo del proyecto, el cumplimiento del indicador que especifica el acceso rápido, fácil y seguro a la documentación generada durante la ejecución del PEX.

Conclusiones

- El resultado obtenido después de aplicar el test de usabilidad “SUS” fue de 76.125 sobre 100 puntos, lo que refleja el grado de aceptación de los usuarios finales sobre el aplicativo web, es decir, el sistema es amigable y fácil de entender para el personal militar y administrativo de la Comandancia de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Recomendaciones

- Se recomienda aumentar el alcance del software en futuros desarrollos, para que las próximas versiones del sistema, tomen en cuenta subprocesos que no fueron considerados para su automatización y que tienen relación con los procesos de contratación pública por procedimiento al exterior, como por ejemplo el proceso de verificación de producción nacional.
- Se recomienda probar la automatización del proceso de contratación pública por procedimiento al exterior mediante el uso de sistemas IBPMS (Intelligent Business Process Management Suites), los cuales van un poco más allá que las herramientas BPM gracias al uso de inteligencia artificial.

Recomendaciones

- Ejecutar un análisis exhaustivo con el objetivo de reducir el número de información duplicada que existe en las bases de datos como hojas de cálculo(.xlsx), esquemas Postgresql, entre otros, de esta forma se puede disminuir el tamaño del almacenamiento de los datos y facilitar su manipulación.
- Se recomienda estandarizar los formatos de los documentos que son generados en cada una de las etapas que se ejecutan durante el desarrollo del PEX.

Recomendaciones

- Se recomienda adoptar en el desarrollo de los proyectos internos, las metodologías SCRUM y BPM ya que gracias a sus enfoques iterativos poseen una mejor aceptación y adaptación al cambio y le dan protagonismo a la participación del usuario o cliente durante todas las etapas del desarrollo.
- Hoy en día la gran mayoría de documentos son manipulados de forma digital, acorde a este hecho es recomendable reemplazar la firma manual o tradicional por la electrónica, ya que este método de legalización asegura integridad y la autoría del responsable de cada documento.

Gracias por su atención



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Preguntas....

