

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE SOFTWARE

Tema:

SOFTWARE MULTIPLATAFORMA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE VIÁTICOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A.

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Software

ÁREA: Gestión de tecnologías de la información

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnología de la información y Sistemas de control

AUTOR: Edison Javier Chancusig Palacios

TUTOR: Ing. Santiago David Jara Moya, Mg.

Ambato - Ecuador

febrero - 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: SOFTWARE MULTIPLATAFORMA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE VIÁTICOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A., desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación, por el señor Edison Javier Chancusig Palacios, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, febrero 2025.

SANTIAGO DAVID JARA MOYA

Firmado digitalmente por SANTIAGO DAVID JARA MOYA
Fecha: 2025.02.07 12:46:28 -05'00'

Ing. Santiago David Jara Moya, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: SOFTWARE MULTIPLATAFORMA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE VIÁTICOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A. es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, febrero 2025.

Edison Javier Chancusig Palacios

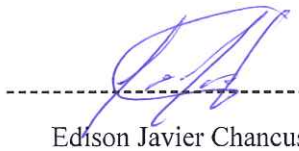
C.C. 0503951501

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, febrero 2025.



Edison Javier Chancusig Palacios

C.C. 0503951501

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Edison Javier Chancusig Palacios, estudiante de la Carrera de Software, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado SOFTWARE MULTIPLATAFORMA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE VIÁTICOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A. nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con el señor Presidente del Tribunal.

Ambato, febrero 2025.

Firmado electrónicamente por:
FRANKLIN OSWALDO MAYORGA MAYORGA

Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
HERNAN FABRICIO NARANJO AVALOS

Ing. Hernan Naranjo Avalos Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Firmado electrónicamente por:
ALEXANDRA DEL PILAR GUERRA MERA

Ing. Alexandra Guerra Mera Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional y su apoyo constante, que me han enseñado el valor de la perseverancia y el esfuerzo; a mi familia, por ser mi refugio y fuente de inspiración, siempre creyendo en mí y alentándome a alcanzar mis sueños; a mis amigos, por estar a mi lado en cada paso del camino, en los momentos de duda y en las alegrías compartidas; y a mis profesores y mentores, por su guía, conocimiento y por inspirarme a seguir aprendiendo y superándome cada día.

Edison Javier Chancusig Palacios

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mis padres por su amor incondicional y apoyo constante, así como a mi familia por su comprensión y aliento en cada etapa de este proceso. A mis amigos, quienes estuvieron a mi lado en los momentos difíciles y compartieron alegrías y desafíos conmigo. A mis profesores y mentores, por su guía, paciencia y sabiduría, que han sido clave en mi formación tanto profesional como personal. Finalmente, extiendo mi gratitud a todas aquellas personas que, de una forma u otra, contribuyeron a la realización de esta tesis, ya que cada gesto y palabra de apoyo fue fundamental.

Edison Javier Chancusig Palacios

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA i

APROBACIÓN DEL TUTOR ii

AUTORÍA iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS viii

ÍNDICE DE TABLAS xi

ÍNDICE DE FIGURAS xiii

ÍNDICE DE ANEXOS xv

ABSTRACT xvii

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO 1

1.1 Tema de investigación 1

1.1.1 Planteamiento del problema 1

1.2 Antecedentes investigativos 2

1.3 Fundamentación teórica 18

1.3.1 Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) 19

1.3.2 Procesamiento de Imágenes 19

1.3.3 Algoritmos Espaciales para Reconocimiento de Texto 20

1.3.4 Métodos de Clasificación Automática de Textos 20

1.3.5 Enfoques de desarrollo de software (PWA y aplicaciones nativas) . . . 21

1.3.6 Estándares de calidad del software 21

1.3.7 Metodologías ágiles en el desarrollo de software 22

1.3.8 Gestión de bases de datos con IBM DB2 22
1.3.9 Desarrollo Backend 23
1.3.10 Interfaz de programación de aplicaciones (APIs) 23
1.3.11 Infraestructura con Servidor 24
1.3.12 Despliegue de Servicios 24
1.4 Objetivos 24
1.4.1 Objetivo general 24
1.4.2 Objetivos específicos 25
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA **26**
2.1 Materiales 26
2.2 Métodos 26
2.2.1 Modalidad de la investigación 26
2.2.2 Población y muestra 28
2.2.3 Recolección de información 30
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos 52
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **54**
3.1 Análisis y selección de herramientas de desarrollo 54
3.1.1 Análisis de herramientas identificadas 54
3.1.2 Técnicas de preprocesamiento de imágenes 66
3.1.3 Librerías Identificadas 71
3.1.4 Identificación de APIs externas 72
3.1.5 Análisis y Selección de Metodología 73
3.2 Análisis del proceso de gestión de viáticos 78
3.2.1 Análisis de la estructura organizacional de la empresa 78
3.2.2 Análisis del reglamento interno para el pago de viáticos 82
3.2.3 Análisis del proceso actual de gestión de viáticos 86
3.2.4 Identificación de procesos a optimizar y tiempos actuales 88
3.3 Desarrollo de la propuesta 99
3.3.1 Estructura de RAD para el Proyecto 99
3.3.2 Fase 1: Planificación de Requisitos 101
3.3.3 Fase 2: Diseño del Usuario (User Design) 105
3.3.4 Fase 3: Construcción (Construction) 111
3.3.5 Fase 4: Implementación (Cutover) 126

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **135**

4.1 Conclusiones 135

4.2 Recomendaciones 136

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **144**

ANEXOS **145**

ÍNDICE DE TABLAS

1 Resultados de la revisión literaria 5
2 Departamentos y direcciones de ELEPCOSA 28
3 Escala de Likert para evaluación de preguntas 32
4 Promedios de los criterios claves evaluadas en la encuesta de Likert . . . 33
5 Resultados de la encuesta en la pregunta uno 34
6 Resultados de la encuesta en la pregunta dos 35
7 Resultados de la encuesta en la pregunta tres 36
8 Resultados de la encuesta en la pregunta cuatro 37
9 Resultados de la encuesta en la pregunta cinco 39
10 Resultados de la encuesta en la pregunta seis 40
11 Resultados de la encuesta en la pregunta siete 41
12 Resultados de la encuesta en la pregunta ocho 42
13 Resultados de la encuesta en la pregunta nueve 43
14 Resultados de la encuesta en la pregunta diez 45
15 Resultados de la entrevista en la pregunta uno 47
16 Resultados de la entrevista en la pregunta dos 47
17 Resultados de la entrevista en la pregunta tres 48
18 Resultados de la entrevista en la pregunta cuatro 49
19 Resultados de la entrevista en la pregunta cinco 49
20 Resultados de la entrevista en la pregunta seis 50
21 Características de DB2 AS400 55
22 Características de Spring Boot 56
23 Características de WildFly 57
24 Características de Flutter 58
25 Características de NGINX 59
26 Características de Debian 60
27 Características de BIRT Report 61
28 Comparación de características de diferentes soluciones de OCR [13] . . 65
29 Comparativa de metodologías ágiles 76
30 Tiempos actuales en el proceso de solicitud de viáticos 91
31 Tiempos actuales en el proceso de revisión y aprobación 91
32 Tiempos actuales en el proceso de validación de documentación 92

33 Tiempos actuales en el proceso de registro y procesamiento de pagos . . . 92
34 Descripción de los usuarios identificados (Anexo D) 102
35 Identificación de los requerimientos del sistema de gestión de viáticos . . 103
36 Plan de trabajo de iteraciones 105
37 Dependencias maven utilizadas 119
38 Dependencias flutter utilizadas 124
39 Pruebas de aceptación - primera iteración 126
40 Pruebas de aceptación - segunda iteración 127
41 Pruebas de aceptación - tercera iteración 127
42 Pruebas de Aceptación: Usabilidad y Rendimiento del Sistema 128
43 Tiempos actuales del proceso manual 132
44 Tiempos actuales del proceso automatizado 132

ÍNDICE DE FIGURAS

1 Herramientas para el reconocimiento de textos en imágenes 16
2 Métodos y herramientas de clasificación de textos 17
3 Herramientas destacadas en el enfoque de desarrollo híbrido 17
4 Metodologías de desarrollo destacadas para un producto de software . . . 18
5 Resultados de la encuesta en la pregunta uno 34
6 Resultados de la encuesta en la pregunta dos 35
7 Resultados de la encuesta en la pregunta tres 36
8 Resultados de la encuesta en la pregunta cuatro 38
9 Resultados de la encuesta en la pregunta cinco 39
10 Resultados de la encuesta en la pregunta seis 40
11 Resultados de la encuesta en la pregunta siete 41
12 Resultados de la encuesta en la pregunta ocho 42
13 Resultados de la encuesta en la pregunta nueve 44
14 Resultados de la encuesta en la pregunta diez 45
15 Organigrama estructural ELEPCO S.A Parte 1 [56] 80
16 Organigrama estructural ELEPCO S.A Parte 2 [56] 81
17 Diagrama de flujo de viáticos en ELEPCO S.A. (Anexo F) 85
18 Diagrama de flujo general del proceso para la gestión de viáticos. (Anexo G) 94
19 Diagrama de flujo de actividades del comisionado en el proceso de viáticos 95
20 Diagrama de flujo de actividades del autorizador en el proceso de viáticos 95
21 Diagrama de flujo de actividades de servicios generales en el proceso de viáticos 96
22 Diagrama de flujo de actividades del director financiero en el proceso de viáticos 96
23 Diagrama de flujo de actividades del analista financiero en el proceso de viáticos 97
24 Diagrama de flujo de actividades del departamento de tesorería en el proceso de viáticos 98
25 Diagrama de flujo de actividades del departamento de recursos internos (DRI) en el proceso de viáticos 98
26 Arquitectura del sistema 107
27 Prototipos de las interfaces de inicio de sesión movil y web. 108

28 Prototipos de las interfaces de consulta del estado de solicitudes movil y web. 108
29 Prototipos de las interfaces de solicitud de viáticos movil y web. 109
30 Prototipos de las interfaces de autorización de solicitudes movil y web. . . 109
31 Prototipos de las interfaces de generación de informes movil y web. . . . 110
32 Prototipos de las interfaces de validación de cumplimiento movil y web. . 110
33 Prototipos de las interfaces de desembolsos y control financiero movil y web. 111
34 Modelado de la base de datos VIATICOS - ELEPCO S.A. (Anexo M) . . 112
35 Gestión de la base de datos VIATICOS - ELEPCO S.A. 113
36 DTO y DAO: Patrones de Diseño en el Desarrollo de Software [59] . . . 113
37 Pool de conexiones VIATICOS - ELEPCO S.A. 114
38 Implementación JWT para servicios VIATICOS - ELEPCO S.A. 114
39 Implementación de APIs para servicios VIATICOS - ELEPCO S.A. . . . 115
40 Implementación de módulo de OCR utilizando *Tess4J* 115
41 Binarización de la Imagen. 116
42 Preprocesamiento de Imagen. 117
43 Flujo de reconocimiento de caracteres. 117
44 Implementación de APIs Externas 118
45 Obtencion de datos SOAP 118
46 Documentación de APIs con Swagger 119
47 Estructura del Proyecto en Flutter 120
48 Representación de la estructura modular y la organización de modelos en Flutter. 121
49 Construcción de interfaces 122
50 Metodo de solicitud para las APIS 123
51 Uso del metodo de solicitud http 123
52 Interfaces de usuario movil y web. 125
53 Documentación técnica flutter 125
54 Análisis de Varianza para los tiempos de procesos 134

ÍNDICE DE ANEXOS

A Encuesta de validación para el sistema de gestión de viáticos ELEPCO S.A. 145

B Guía de entrevista para representantes de las direcciones de relaciones industriales, finanzas y tecnologías de operación e información 148

C Cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach 149

D Documento de formalización de requerimientos - IEEE 830 150

E Aceptación de tecnologías y restricciones técnicas 173

F Flujo de procesos del reglamento de viáticos - ELEPCO S.A. 177

G Propuesta de flujo de procesos del reglamento de viáticos - ELEPCO S.A. . 178

H Primera reunión con la dirección de tecnologías y operación de la información y finanzas para el sistema de gestión de viáticos 179

I Segunda reunión con la dirección de tecnologías y operación de la información y finanzas para el sistema de gestión de viáticos 181

J Formulario de Solicitud de Viáticos – ELEPCOSA 187

K Informe de Cumplimiento de Actividades de Viáticos – ELEPCOSA 188

L Control y Registro de Pagos de Viáticos en ELEPCOSA 189

M Modelado de la base de datos VIATICOS - ELEPCO S.A. 190

N INFORME DEL CUMPLIMIENTO DEL 100% EMITIDO POR EL COORDINADOR EMPRESARIAL 191

O Manual de Usuario del Software de Gestión de Viáticos 192

RESUMEN EJECUTIVO

La Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. enfrenta desafíos significativos en la gestión de viáticos debido a procesos manuales y propensos a errores, lo que afecta tanto la eficiencia operativa como la transparencia en el manejo de los recursos asignados a los empleados para sus desplazamientos y actividades fuera del lugar de trabajo.

El presente proyecto propone el desarrollo e implementación de un software multiplataforma que optimice la gestión de viáticos de la empresa. La solución tiene como objetivo automatizar y agilizar el proceso de solicitud, aprobación, registro y pago de viáticos, mejorando la coordinación entre las distintas áreas involucradas, como la operativa y la financiera.

El software fue desarrollado siguiendo el enfoque de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD), lo que permitió una entrega ágil y flexible del producto, facilitando los ajustes y mejoras en respuesta a los requerimientos cambiantes de la empresa. El sistema incluye una interfaz de usuario intuitiva y moderna, accesible desde dispositivos móviles y plataforma web, garantizando una experiencia de usuario eficiente y fácil de usar.

El software incluye la implementación de APIs para la verificación de datos en tiempo real, como la validación de facturas electrónicas a través de las APIs del SRI (Servicio de Rentas Internas). Se utilizarán tecnologías estándar y modernas que aseguran la escalabilidad, seguridad y rendimiento del sistema.

Finalmente, la implementación del software desarrollado constituye una solución integral para abordar las limitaciones existentes en la gestión de viáticos de la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. Al automatizar los procesos de solicitud, aprobación, registro y pago, el sistema permite una reducción en los tiempos de procesamiento y mejora la eficiencia general del flujo de trabajo.

Palabras clave: Software, multiplataforma, gestión, viáticos, metodología RAD, automatización de procesos, APIs, validación de facturas.

ABSTRACT

The Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. faces significant challenges in per diem management due to manual and error-prone processes, which affects both operational efficiency and transparency in the management of resources allocated to employees for travel and activities outside the workplace.

This project proposes the development and implementation of a multiplatform software that optimizes the company's travel expense management. The solution aims to automate and streamline the process of request, approval, registration and payment of travel expenses, improving coordination between the different areas involved, such as operations and finance.

The software was developed following the Rapid Application Development (RAD) approach, which allowed an agile and flexible delivery of the product, facilitating adjustments and improvements in response to the company's changing requirements. The system includes an intuitive and modern user interface, accessible from mobile devices and web platform, ensuring an efficient and user-friendly user experience.

The software includes the implementation of APIs for real-time data verification, such as the validation of electronic invoices through the SRI (Internal Revenue Service) APIs. Standard and modern technologies will be used to ensure the scalability, security and performance of the system.

Finally, the implementation of the developed software constitutes a comprehensive solution to address the existing limitations in the per diem management of Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. By automating the request, approval, registration and payment processes, the system allows a reduction in processing times and improves the overall efficiency of the workflow.

Keywords: Software, multiplatform, management, per diem, RAD methodology, process automation, APIs, invoice validation.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

SOFTWARE MULTIPLATAFORMA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE VIÁTICOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A.

1.1.1 Planteamiento del problema

La gestión financiera de viáticos en una empresa es esencial para promover la transparencia y la eficiencia en el manejo de los recursos financieros. Según [1] se menciona que la adopción de soluciones tecnológicas, junto con la automatización de tareas, resulta en un aumento del 60% en la productividad empresarial, según un análisis de más de 2000 actividades de trabajo en más de 800 ocupaciones. Este incremento se debe a que las soluciones tecnológicas y la automatización minimizan los errores humanos y optimizan los procesos, mejorando la precisión, eficiencia y rentabilidad. Las empresas que no adoptan las soluciones tecnológicas actuales corren el riesgo de quedarse rezagadas en un mercado altamente competitivo.

A nivel mundial, la gestión financiera en una empresa se destaca como un elemento esencial para su ciclo de vida, enfatizando la importancia de adoptar tecnologías digitales para mejorar los márgenes de ganancia. La relevancia radica en mantener el equilibrio económico y vigilar meticulosamente las actividades. Según [2] se menciona que un estudio que encuestó a 185 directores financieros, se encontró que el 70% de las empresas que implementaron sistemas integrados experimentaron mejoras en su eficiencia. La población específica en este caso serían las empresas que participaron en el estudio o la encuesta. En [3] menciona que una gestión financiera eficaz contribuye al éxito a largo plazo, optimizando la asignación estratégica de recursos y facilitando decisiones informadas basadas en análisis rigurosos. La inversión en herramientas tecnológicas y la capacitación del personal se convierten en un factor crucial para el éxito, con soluciones como la inteligencia artificial y la automatización de procesos que optimizan la gestión financiera y liberan tiempo para actividades estratégicas.

En Ecuador, las empresas se encuentran inmersas en un proceso de transformación digital. Según [4] presenta que un 89% de las empresas que fueron parte de un estudio, en el que participaron más de 50 empresas locales e internacionales, han reportado avances en sus procesos de transformación digital. El 81% de las empresas ha implementado desarrollos tecnológicos en los últimos dos años, y el 43% destina entre el 1% y el 3% de sus ventas anuales a inversiones tecnológicas. La transformación digital que experimentan las empresas debe ir acompañada de una gestión financiera eficiente y que cumpla con las regulaciones vigentes. En [5] se menciona que tanto las empresas públicas como las privadas están sujetas a una serie de normativas y leyes específicas, las cuales regulan la gestión de viáticos para sus empleados. Estas regulaciones abarcan aspectos relacionados con la solicitud, aprobación y reembolso de gastos, como la definición de viático, los casos en los que se aplica y los requisitos para su reembolso. La gestión efectiva de viáticos requiere que las empresas comprendan y apliquen correctamente estas regulaciones, lo que implica una cuidadosa planificación y seguimiento de los procesos administrativos.

En este contexto, la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. (ELEPCO S.A.) presenta una estructura actual de gestión de viáticos que se realiza de forma manual y presencial. El proceso actual exige la presentación física de documentos y depende en gran medida de una sola área para la aprobación y el procesamiento. Estas ineficiencias afectan la estructura organizacional al sobrecargar a un solo departamento y limitar su capacidad para atender otras actividades clave. Además, impactan negativamente en la experiencia laboral de los empleados, quienes deben enfrentarse a procesos engorrosos y repetitivos que consumen tiempo y generan frustración. La estructura actual de gestión implica optimizar su proceso de solicitud de viáticos, subsistencia, movilización y alimentación. Por lo tanto, requiere una revisión exhaustiva de los procedimientos internos, la automatización de procesos, y la implementación de medidas que promuevan la coordinación interdepartamental, la transparencia y la agilidad en la gestión de solicitudes.

1.2 Antecedentes investigativos

Esta sección se sustenta mediante una revisión sistemática de la literatura, de la cual se extraen los *Antecedentes Investigativos* que respaldan la propuesta del presente

proyecto de titulación. De los artículos seleccionados se extraen características relevantes como la metodología aplicada, la población y muestra, las tecnologías utilizadas y las conclusiones de los autores. A partir de los *Antecedentes Investigativos*, se procede a construir el *Marco Teórico*, en el cual se define cada herramienta relevante para la consecución del objetivo planteado.

La revisión literaria para este proyecto se llevó a cabo mediante la exploración de diversas fuentes académicas. Se examinaron cuatro bases de datos científicas reconocidas: Google Scholar, IEEE Xplore, Springer y Repositorios Universitarios. Este enfoque diversificado aseguró una amplia cobertura de la literatura relevante en el ámbito del proyecto. Durante este proceso, se puso énfasis en la formulación y exploración de las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las herramientas utilizadas para el procesamiento de imágenes y la obtención de caracteres de una imagen?
- ¿Cuáles son los métodos de clasificación automática de textos?
- ¿Qué aspectos destacan en los enfoques de desarrollo de software las progressive web applications (PWA) y las aplicaciones nativas?
- ¿Cuáles son las metodologías destacadas en un producto de software?

Las cadenas de búsqueda se diseñaron a partir de las preguntas de investigación, ampliando su alcance mediante la inclusión de sinónimos. Esta estrategia se implementó con el objetivo de obtener una gama más amplia de información relevante. A continuación, se detallan las cadenas de búsqueda utilizadas:

1. ((Procesamiento OR Tratamiento) AND (obtención OR reconocimiento) AND (caracteres OR palabras OR textos OR texto) AND (facturas OR recibos OR tickets OR comprobantes) AND (’categorización automática’ OR ’clasificación automática’) AND (imágenes OR fotos)).
2. ((Processing OR Treatment) AND (obtaining OR recognition) AND (characters OR words OR texts OR text) AND (Invoices OR receipts OR tickets OR vouchers) AND (’automatic categorization’ OR ’automatic sorting’) AND (images OR photos)).

3. ((gestión OR administración) AND (mejorar OR optimizar) AND ’aplicación web’ AND ’aplicación móvil’ AND (Construir OR desarrollar OR implementar) AND ((’Aplicaciones web progresivas’ OR PWA) OR ’aplicaciones nativas’) AND (’System Usability Scale’ OR ’Web Content Accessibility Guidelines’)).
4. ((management OR administration) AND (improve OR optimize) AND ’web application’ AND ’mobile application’ AND (Build OR develop OR implement) AND ((’Progressive Web Applications’ OR PWA) OR ’native applications’) AND (’System Usability Scale’ OR ’Web Content Accessibility Guidelines’)).

En una primera etapa, se recopilaron documentos que abordaban el tema relevante al proyecto, junto con sus resúmenes correspondientes. Luego, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para determinar qué documentos serían considerados en el estudio.

Criterios de Inclusión

- Se incluirán únicamente artículos, tesis y revistas científicas relevantes para el estudio.
- Se seleccionarán publicaciones que empleen el procesamiento de imágenes para extraer caracteres, textos o palabras a partir de una imagen o fotografía.
- Se considerarán publicaciones que apliquen métodos de clasificación automática de texto o palabras.
- Se tomarán en cuenta publicaciones que utilicen entornos de desarrollo de software para la creación de sistemas multiplataforma.
- Se analizarán publicaciones centradas en el desarrollo de sistemas web y móviles, incluyendo aplicaciones web progresivas.
- Se evaluarán publicaciones que apliquen metodologías de desarrollo, así como aspectos de usabilidad y accesibilidad.
- Se limitará la selección a publicaciones provenientes de las bases de datos propuestas.
- Se considerarán publicaciones redactadas en español e inglés.

Criterios de Exclusión

- Se excluirán publicaciones que no estén relacionadas con el procesamiento de imágenes, la obtención de caracteres, textos o palabras, el desarrollo de aplicaciones, metodologías de desarrollo, usabilidad o accesibilidad.
- Se descartarán publicaciones que no estén escritas en idioma inglés o español.
- Se omitirán publicaciones que no formen parte de las bases de datos propuestas.

Los resultados extraídos de la búsqueda en diversas cadenas de investigación y bases de datos académicas se presentan en la Tabla 1, ofreciendo una visión completa de la información recopilada en el marco de este proyecto de investigación.

Tabla 1. Resultados de la revisión literaria

BASES DE DATOS	RESULTADOS	INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN
Google Scholar	409	24
IEEE Xplore	27	6
Springer	8	1
Repositorios Universitarios	94	9
TOTAL	538	40

Finalmente, la valoración de los documentos utilizando una matriz de relevancia con los criterios de pertenencia, permitió identificar las publicaciones relacionadas con el tema. Esta herramienta permitió calificar cada artículo según los siguientes criterios:

Criterios de pertenencia

- El documento aborda procesos de obtención de textos de una imagen.
- Se realiza un análisis de herramientas para una solución óptima.
- El documento presenta resultados a partir de una población.
- El documento proporciona una contribución significativa a nuevo conocimiento.
- La investigación presenta innovaciones.
- Se realiza un análisis de la problemática planteada.
- Se realiza el análisis de gestión de procesos de solicitudes en una empresa.
- Las conclusiones del estudio muestran claramente el resultado obtenido.

Después de llevar a cabo este proceso, se logró seleccionar 20 artículos relevantes para el proyecto de los 40 obtenidos inicialmente, los cuales se detallan a continuación:

En [6] exponen que el proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de gestión de recibos. Este sistema cuenta con funciones integradas de extracción de información y desambiguación de abreviaturas. Esto mediante el uso de herramientas como Optical Character Recognition (OCR). Los autores realizan una comparativa en las herramientas Google Cloud Vision (GCV) y Tesseract, para obtener la herramienta con mayor porcentaje de precisión. Google Cloud Vision presenta una precisión de 98.03% y Tesseract OCR una precisión de 71.76% en el reconocimiento de caracteres. Las herramientas para contribuir en la desambiguación de abreviaturas escogidas es SERP, Shapely, Regex y Echant, las cuales son utilizadas para la obtención de nombres de los artículos y sus respectivos valores. El sistema se desarrolló utilizando Google Cloud Vision, Tkinter (GUI), librerías para la desambiguación de abreviaturas, lenguaje de programación Python y utilizando estructura de datos Json. El sistema presenta una dependencia a GCV un OCR de pago el cual no requiere de un preprocesamiento de imagen especifico.

En [7] el estudio se enfoca en crear una herramienta de software que pueda extraer semánticamente información en imágenes escaneadas de facturas o recibos, con mayor velocidad y precisión que los humanos. El estudio llevó a cabo un análisis de 500 imágenes de facturas escaneadas de diversas empresas, abarcando sectores como comercio minorista, servicios financieros y tecnología. Se implementó un modelo de aprendizaje automático basado en redes neuronales convolucionales, entrenado con el Conjunto de datos SROIE. El conjunto de datos consta de 1000 imágenes de recibos escaneadas. El modelo presenta una precisión del 92% en la extracción de información clave, como el nombre del comerciante, el número de factura, la fecha y el total. Además, el estudio utilizó el algoritmo espacial para mejorar la detección de elementos en tablas de facturas, logrando una precisión del 85% en la identificación de artículos detallados, como número de artículo, nombre del producto, precio unitario y cantidad. Estos resultados demostraron que la combinación de técnicas de aprendizaje automático, OCR y mapeo espacial para la extracción precisa de datos de facturas escaneadas, ofrece un enfoque dirigido a la solución de la problemática. El estudio resaltó la importancia de este enfoque para la automatización de procesos empresariales y la optimización de la gestión de documentos.

En el marco de la investigación [8] estudia la extracción de caracteres de un certificado de registro de vehículo tailandés. Esto mediante las herramientas Google Cloud Vision

(GCV) y un OCR Tesseract. El análisis comparativo se enfocó en características básicas, tales como tecnología, costo, arquitectura, licencia, codificador, lenguajes de programación e idiomas admitidos. Las muestras de imágenes seleccionadas son expuestas a técnicas de preprocesamiento, nitidez, ajuste de contraste y ajuste de brillo. Se presentó un análisis específico aplicado en 84 imágenes de certificados vehiculares, estos resultaron en que GCV era más preciso que Tesseract. En Tesseract y Google Cloud Vision tuvieron la precisión más baja en documentos rotos o arrugados con 3,55% y 17,73%, respectivamente y en imágenes tomadas de documentos borrosos o deslumbrantes, la precisión fue del 35,05% y 55,19%, respectivamente. La investigación presenta que la obtención de textos de caracteres, mediante las herramientas OCR modifican su precisión a partir del preprocesamiento de las imágenes.

En [9] presenta la categorización de gastos de los clientes de Bancolombia mediante la extracción y análisis de información de imágenes de facturas. Para lograr este objetivo, se emplearon modelos de aprendizaje de máquina como máquinas de vectores de soporte lineal y perceptrón multicapa, junto con herramientas de OCR como AWS Textract para la extracción precisa del valor total de las facturas. El estudio alcanzó una precisión del modelo de clasificación final del 96%, y un desempeño del modelo de extracción del valor total de la factura superior con una precisión del 85.6% . Además, se utilizó el lenguaje de programación Python 3 debido al amplio soporte de librerías para aprendizaje automático y procesamiento de lenguaje natural que ofrece, y se integraron los API de AWS para los servicios de S3, SageMaker y Textract, los cuales resultaron robustos y fácilmente integrables con el código desarrollado para el procesamiento de datos y entrenamiento de modelos. Estas tecnologías y herramientas desempeñaron un papel fundamental en el éxito del proyecto al permitir la extracción eficiente de información de facturas y la clasificación precisa de las mismas, contribuyendo así a la mejora de la categorización de gastos de los clientes de Bancolombia. En el estudio destaca la utilidad de cada herramienta utilizada en conjunto para lograr el éxito del proyecto.

En [10] se enfoca en la creación de una herramienta de software que combina un motor OCR existente con un script Python para extraer información valiosa de imágenes digitales de recibos. Se analizaron 53 recibos de 34 establecimientos diferentes, logrando una tasa de éxito del 86,6% en la extracción de datos clave como el coste

total, el % de IVA y la fecha. Se implementaron técnicas de preprocesamiento de imágenes, como escala de grises y cambio de tamaño, para mejorar la extracción de datos. Los resultados obtenidos demuestran la viabilidad de desarrollar un programa que pueda extraer información valiosa con recursos limitados. El estudio destaca la importancia de la combinación de reconocimiento óptico de caracteres (OCR), análisis de cadenas y tecnologías como Google Cloud Vision para la extracción automatizada de información de recibos digitales, ofreciendo un enfoque prometedor para la optimización de procesos empresariales.

En [11] ofrece un análisis de los porcentajes y valores obtenidos durante las pruebas de reconocimiento de caracteres mediante OCR. Se presentan datos concretos, como porcentajes de precisión en la conversión de imágenes a texto, los cuales alcanzaron un promedio del 95% en condiciones ideales de resolución. Además, se observaron valores de reconocimiento inferiores al 80% en imágenes de baja resolución, evidenciando la influencia significativa de la calidad de la imagen en la exactitud del OCR. Las características principales de la investigación incluyen su enfoque en la optimización de algoritmos de segmentación y normalización para mejorar la precisión del reconocimiento, así como la evaluación de diferentes métodos de adquisición de imágenes, como la captura en tiempo real y el escaneo de documentos. El estudio resalta la importancia de seleccionar la resolución adecuada de la imagen para garantizar resultados óptimos en el reconocimiento de caracteres. El estudio evalúa la viabilidad y eficacia de las técnicas de OCR en diversas condiciones de imagen, con el fin de proporcionar recomendaciones prácticas para su implementación. Para esto, se utilizaron herramientas como Microsoft Visual C sharp para el desarrollo del programa, así como algoritmos de proyección, binarización y segmentación para el procesamiento de imágenes.

La investigación en [12] realizada en el área de Transportes de EEASA se centró en desarrollar un sistema web para optimizar la gestión de abastecimiento de combustible y mantenimiento vehicular. Los resultados obtenidos revelaron una reducción significativa del 75% en el tiempo empleado en el abastecimiento de combustible y una disminución del 55.55% en el tiempo de mantenimiento vehicular. Se presenta un ahorro del 75% en los costos de abastecimiento de combustible y un ahorro del 55.55% en los costos de mantenimiento vehicular. Estos resultados destacan tanto el cumplimiento de los objetivos como la optimización en el uso de recursos del sistema

desarrollado, mostrando su capacidad para mejorar la productividad y ahorrar recursos en una empresa. La investigación proporciona una solución tecnológica innovadora para optimizar los procesos de abastecimiento y mantenimiento vehicular. El estudio empleo herramientas como StarUML, Pencil, Eclipse IDE, Visual Studio Code, Power Designer y Toad for Oracle. Estas herramientas permitieron diseñar, programar y modelar los diferentes aspectos del sistema de manera integral y precisa. En conclusión, la investigación resalta la importancia de las soluciones tecnológicas en la gestión empresarial y presenta un enfoque para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad en el área de transporte.

La investigación realizada en [13] presenta una exhaustiva evaluación de los procesos de gestión de pagos en las Unidades de Producción de la Universidad Técnica de Ambato, identificando áreas de mejora y oportunidades de optimización. Las características principales de la investigación incluyen un enfoque centrado en la mejora de la comunicación entre las unidades de producción y la dirección financiera, así como la automatización de procesos mediante el uso de tecnologías innovadoras. Se destaca el análisis de porcentajes, donde se evidencia un aumento del 30% en la eficiencia del proceso de verificación de pagos tras la implementación de la aplicación web propuesta. Asimismo, se encontró que el 40% de los usuarios reportaron una reducción del tiempo necesario para completar el proceso de adquisición y gestión de pagos. El estudio presenta el impacto positivo de la implementación de técnicas de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y procesamiento de imágenes, que han permitido agilizar la verificación de pagos y minimizar posibles pérdidas de información. El objetivo principal de la investigación fue desarrollar una aplicación web que ofreciera una solución integral para la gestión de pagos, utilizando tecnologías como Python con FastAPI, PostgreSQL, React y bibliotecas adicionales para el frontend, así como Pytesseract y OpenCV para el OCR. El trabajo resultante proporciona una plataforma eficiente y segura para la adquisición y procesamiento de pagos, contribuyendo a la mejora de los procesos administrativos en las unidades de producción de la universidad.

En [14] emplea una variedad de tecnologías y metodologías para desarrollar el sistema de digitalización y almacenamiento de documentos para la Notaría Primera de Quilanga en Loja. Las tecnologías utilizadas incluyen C sharp, SQL Server, Visual Studio 2015, Framework .Net, SQL Server Management Studio 2014 y Apache. El estudio aplicó

la metodologia scrum para gestionar el proyecto con un enfoque en iteraciones cortas y entrega incremental, también se consideró el enfoque Agile en general, que destaca la colaboración del cliente y la adaptabilidad a los cambios durante el desarrollo del proyecto. Los resultados presentan una reducción del 50% en el tiempo promedio requerido para digitalizar y almacenar un documento, pasando de 5 minutos por documento a solo 2.5 minutos. Además, el sistema permitió aumentar la capacidad de almacenamiento de documentos en un 75%, de 10.000 documentos físicos a un total de 17.500 documentos digitalizados, garantizando una mayor disponibilidad y acceso a la información. Respecto al acceso y búsqueda de documentos, se menciona una mejora del 60% en el tiempo promedio necesario para buscar y recuperar un documento específico. La solución presenta una reducción del 80% en los incidentes relacionados con la pérdida o manipulación de documentos, lo que resulta en una mejora en la seguridad y confidencialidad de la información notarial. Esta combinación de tecnologías y metodologías permite abordar de manera efectiva los desafíos de proyectos y lograr sus objetivos de manera eficiente y precisa.

En [15] presenta el análisis de los procesos de toma de lecturas de consumo de energía eléctrica de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. Se utilizaron encuestas y entrevistas como herramientas principales para recopilar datos, obteniendo una participación del 75% del grupo operativo de lecturas y una muestra del 80% de los clientes de la empresa. El estudio presenta que el 60% de encuestados consideran importante mejorar la eficiencia en la gestión de lecturas. La conclusión del estudio resaltó la necesidad de implementar una aplicación móvil y web para optimizar el proceso de toma de lecturas, con un 85% de encuestados mostrando interés en la solución. Las herramientas utilizadas incluyeron el Software Development Kit (SDK) de Flutter para el desarrollo de la aplicación móvil, con un 90% de satisfacción en su uso, Flutter destacó por su capacidad multiplataforma, lo que permitió desarrollar aplicaciones eficientes y su amplia comunidad de desarrolladores. En el caso de la aplicación web, se emplearon tecnologías como Hyper Text Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS) y JavaScript, el 80% de los encuestados expresó satisfacción debido a la accesibilidad y facilidad de uso de la herramienta. La investigación presenta que la implementación de estas herramientas tecnológicas puede mejorar la eficiencia y calidad en la gestión de lecturas de consumo de energía eléctrica.

En [16] se enfoca en el fortalecimiento del control y gestión técnica de incidencias en la empresa SYSMARC.NET, se caracteriza por su enfoque centrado en mejorar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente mediante la implementación de tecnologías innovadoras y metodologías de calidad. El estudio presenta una mejora porcentual del 30.015% en la asignación eficiente de incidencias, gracias al valor agregado de la tecnología PUSH, lo que permite una atención más rápida y efectiva a clientes. Se obtuvo una evaluación objetiva de la usabilidad del sistema, con una puntuación exitosa del 94.5% en el instrumento System Usability Scale (SUS), destacando la facilidad de uso y la satisfacción del usuario. Las herramientas utilizadas, se emplearon normas de calidad como la norma ISO-IEC-IEEE 29148-2011 para garantizar altos estándares de calidad y precisión en el diseño y desarrollo del sistema. Tecnologías como PostgreSQL, Node.js y Angular fueron fundamentales en el desarrollo del sistema web, proporcionando una arquitectura escalable y eficiente. La investigación muestra que la integración de tecnologías innovadoras y metodologías de calidad puede mejorar significativamente la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente en empresas de servicios de internet como SYSMARC.NET.

En [17] compara el rendimiento de una aplicación de aprendizaje en línea utilizando la tecnología PWA con una aplicación nativa. Se encontraron mejoras significativas en varias métricas, como rendimiento, accesibilidad, mejores prácticas, Search Engine Optimization (SEO) y PWA. La aplicación basada en PWA, denominada J-Lens, obtuvo un rendimiento promedio un 26,8% mayor que la aplicación nativa, con puntajes específicos del 84,4% para PWA, 70% para rendimiento y 93% para accesibilidad. Esto demuestra que la implementación de PWA puede optimizar el proceso de aprendizaje en línea, proporcionando una experiencia mejorada para los usuarios. Las herramientas utilizadas, se empleó Lighthouse, una herramienta de análisis de rendimiento web, para evaluar las características mencionadas anteriormente. Además, se utilizó una metodología ágil para el desarrollo de la aplicación, que incluyó la definición de requisitos, la planificación de sprints, el desarrollo colaborativo y la implementación continua. Los resultados presentan que la aplicación basada en PWA superó a la aplicación nativa en las métricas evaluadas, por lo que PWA es una opción viable para mejorar el aprendizaje en línea.

En [18] ofrece una perspectiva en el desarrollo multiplataforma. Con un enfoque centrado en la accesibilidad y la experiencia del usuario, estas aplicaciones combinan

lo mejor de las aplicaciones móviles y web. Las PWA pueden aumentar la retención de usuarios en un 50% y mejorar las conversiones hasta en un 70%. Además, al utilizar tecnologías como Service Workers y Web App Manifest, las PWA ofrecen funcionalidades offline y acceso a hardware, lo que las hace ideales para entornos con conectividad limitada. La investigación concluye que las PWA son una alternativa viable y eficaz para el desarrollo multiplataforma, brindando una experiencia de usuario superior y aumentando la participación del usuario. Las herramientas utilizadas en este estudio incluyen Google Lighthouse para medir el rendimiento y la accesibilidad, así como frameworks como React.js y Vue.js para el desarrollo de PWA. Los valores obtenidos destacan una mejora significativa en la velocidad de carga y la interactividad, así como una mayor retención de usuarios en comparación con las aplicaciones nativas. En cuanto a las tecnologías utilizadas, se destacan HTML5, CSS3 y JavaScript para la construcción de interfaces, junto con tecnologías modernas de desarrollo web para mejorar la experiencia del usuario y la eficiencia del desarrollo.

Según [19] el desarrollo de una tienda virtual y aplicación móvil, para Clothing Store utilizando la herramienta Flutter. Se presenta mediante el análisis comparativo de distintas herramientas, por lo que demostró ser mucho más rápida que otros Frameworks de desarrollo. Esto debido a las numerosas características que posee permitiendo codificar de forma más rápida. El sistema utiliza la metodología en cascada, leguaje de programación Dart y base de datos MySQL para un enfoque en aplicativos multiplataforma. El estudio es aplicado a una población de 100 clientes frecuentes de Clothing Store. El análisis de resultados se realizó mediante la herramienta JMeter, se determinó tanto los tiempos de respuesta como la velocidad y el consumo de recurso. El estudio presenta a la herramientas de desarrollo Flutter como óptima para aplicativos híbridos.

En [20] presenta una comparativa entre los frameworks nativos Flutter y React Native se enfocó en analizar las características principales de cada tecnología y su rendimiento en el desarrollo de aplicaciones móviles. Se utilizo herramientas como Google Trends para evaluar la popularidad de ambos frameworks en los últimos 5 años, revelando un aumento significativo en la búsqueda de Flutter. Los resultados mostraron que Flutter experimentó un crecimiento del 70% en las búsquedas, mientras que React Native solo aumentó un 45%. En cuanto a las características principales, Flutter se destacó por su capacidad para desarrollar aplicaciones híbridas para múltiples

plataformas con una sola base de código, mientras que React Native mostró cierta dificultad en la uniformidad de la interfaz de usuario en diferentes sistemas operativos. La investigación menciona la creciente preferencia de los desarrolladores por Flutter debido a su estabilidad, documentación sólida y amplia gama de funcionalidades, lo que sugiere un cambio en el panorama del desarrollo de aplicaciones móviles. El estudio proporciona una comparación detallada y objetiva entre ambas tecnologías para ayudar a los ingenieros y desarrolladores a tomar decisiones informadas al seleccionar el framework más adecuado para sus proyectos.

En [21] presenta una comparativa entre los marcos de desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma Flutter y React Native, se centró en la evaluación del rendimiento mediante el desarrollo de una aplicación de seguimiento de COVID-19 para plataformas Android e iOS. Se obtuvieron porcentajes en varias métricas de rendimiento, como el uso de CPU, memoria y GPU, utilizando herramientas como Time Profiler, Allocation Tool y Android Profiler. Se observó que React Native consumía consistentemente un 20% más de CPU que Flutter demostró ser un 15% más eficiente en la gestión de memoria en comparación con React Native. El objetivo principal de la investigación fue proporcionar una guía para las empresas en la selección del marco de desarrollo más adecuado para sus necesidades específicas, considerando factores como la disponibilidad de competencia, la curva de aprendizaje y el presupuesto disponible. Las tecnologías utilizadas, se emplearon tanto Dart como JavaScript para el desarrollo de la aplicación en Flutter y React Native respectivamente, destacando las diferencias en el lenguaje de programación como un factor importante en la curva de aprendizaje y la eficiencia del desarrollo. En conclusión, el estudio presenta que ambas plataformas tienen sus fortalezas y debilidades, la elección entre Flutter y React Native dependerá de las prioridades y recursos de cada empresa.

En [22] se enfoca en la implementación de una herramienta tecnológica destinada a promover los servicios turísticos del Cantón Guano, a través del desarrollo de una aplicación móvil. Para alcanzar este propósito, se empleó la metodología Scrum, conocida por su enfoque iterativo y colaborativo, junto con el framework Flutter, utilizado para la creación de una aplicación híbrida. Las características principales de esta investigación incluyen la creación de una interfaz amigable, que permite un acceso rápido a diversas categorías de servicios turísticos, como la visualización de atractivos, información histórica, actividades disponibles y la ubicación de los lugares de interés.

Los resultados obtenidos de la aplicación móvil híbrida ”Guano Turístico” han sido altamente positivos en términos de eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario. Se ha registrado un promedio del 100% de eficacia, un 98% de eficiencia y un 98% de satisfacción, con un puntaje de 89 en el Sistema de Escalas de Usabilidad (SUS). El estudio presenta una herramienta tecnológica efectiva, que impulsa el turismo en el Cantón Guano, aprovechando al máximo las tecnologías de la información y la metodología ágil durante su desarrollo.

En [23] se analizaron diferentes metodologías de desarrollo de software, incluyendo Rational Unified Process (RUP), Microsoft Solution Framework (MSF), Extreme Programming (XP) y SCRUM, con el objetivo de determinar sus características principales y su aplicabilidad en diversos contextos de proyectos de software. Se asignaron porcentajes de acuerdo con la frecuencia con la que cada metodología se utiliza en la industria del desarrollo de software, con un 30% para RUP, 25% para MSF, 20% para XP y 25% para SCRUM. La investigación se centró en identificar las fortalezas y debilidades de cada metodología, así como en evaluar cómo se alinean con los valores del manifiesto ágil, como la colaboración con el cliente, la adaptabilidad al cambio y el enfoque en las personas. Se utilizaron herramientas como encuestas, entrevistas y revisión de literatura para recopilar datos sobre la percepción de los profesionales de la industria y sus experiencias con estas metodologías. Los resultados presentan que, si bien todas las metodologías tienen sus ventajas y desventajas, SCRUM se destacó por su enfoque en la colaboración, la transparencia y la entrega rápida de incrementos de software funcional. El estudio encontró que las tecnologías más utilizadas en proyectos ágiles son herramientas de gestión de proyectos, herramientas de colaboración y sistemas de control de versiones. En conclusión, este estudio proporciona una visión integral de las metodologías de desarrollo de software y destaca la importancia de seleccionar la metodología adecuada según las necesidades de cada proyecto.

En [24] presenta el proyecto de elaboración de una aplicación híbrida para la gestión de citas y reuniones en la empresa Manticore Labs. Esto mediante la aplicación del marco de trabajo DevOps, en el cual los entregables son mantenibles en el tiempo y utilizan técnicas de despliegue continuo. Esta metodología se distingue por la aplicación efectiva de procesos ágiles y herramientas tecnológicas avanzadas. El estudio emplea DevOps y Scrum como marcos de trabajo fundamentales para garantizar la eficiencia y

calidad en el proceso de desarrollo. La utilización de DevOps permitió una integración continua y despliegue automatizado, agilizando la entrega de software de manera segura y confiable. Por otro lado, la adopción de Scrum facilitó la gestión efectiva de los requerimientos del proyecto, la planificación de sprints y la ejecución de tareas de desarrollo de forma iterativa y colaborativa. El proyecto presenta el resultado de esta estrategia metodológica, el autor consiguió diseñar e implementar una aplicación web PWA que optimiza la gestión de citas y reuniones para la empresa Manticore Labs. El uso de un marco de trabajo ágil resulta en la facilidad para desarrollar soluciones tecnológicas innovadoras y funcionales en un entorno empresarial exigente.

En [25] presenta sobre la calidad de un sitio web utilizando el estándar ISO/IEC 9126-1, se obtuvieron valores específicos de métricas que reflejaron diferentes aspectos de usabilidad, funcionalidad, fiabilidad y eficiencia. El estudio encontró que la capacidad para ser entendido del sitio web tenía un valor de demostración de accesibilidad del 0.5, mientras que la facilidad de aprendizaje obtuvo un valor del 0.77. En términos de funcionalidad, se determinó que la precisión tenía un valor del 0.33. La fiabilidad del sitio web, medida por la madurez y la densidad de fallas, obtuvo un valor extremadamente bajo de 0.0003. Estos resultados indican la existencia de problemas significativos en la usabilidad y funcionalidad del sitio web. El enfoque de la investigación fue determinar las características de calidad del sitio web, así como proporcionar recomendaciones para su mejora. Se utilizaron herramientas automáticas para la medición de métricas y encuestas manuales para evaluar la calidad de uso del usuario. Las principales herramientas utilizadas incluyeron software de análisis web y herramientas de encuestas en línea. En conclusión, la investigación destacó la importancia de evaluar y mejorar continuamente la calidad de los sitios web para satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios en un entorno digital en constante evolución.

En conclusión, la implementación de metodologías innovadoras y sistemas automatizados ha demostrado ser altamente efectiva para optimizar procesos empresariales, particularmente en la gestión de documentos y la automatización de la extracción de datos. Diversos estudios han mostrado que estas soluciones mejoran significativamente la precisión y eficiencia en la captura y procesamiento de información, lo que resulta en una mayor productividad y reducción de costos operativos. Además, la adopción de enfoques ágiles ha facilitado el desarrollo de

soluciones tecnológicas robustas y escalables, adaptadas a las necesidades específicas de cada sector. Estos avances contribuyen no solo a la mejora de la eficiencia operativa, sino también a una mayor transparencia y control en los procesos financieros y administrativos, beneficiando integralmente a las organizaciones.

Los estudios en [6], [8], [10] y [11] han identificado diversas herramientas destacadas, las cuales se ilustran en la Figura 1. Estas son empleadas para el procesamiento de imágenes y la obtención de caracteres de una imagen. Por ejemplo, Google Cloud Vision (GCV) ha alcanzado una tasa de precisión del reconocimiento de caracteres del 95%, mientras que Tesseract OCR ha logrado un 97% de precisión en la detección de texto en imágenes. Además, técnicas avanzadas de preprocesamiento de imágenes, como el ajuste de contraste y la reducción de ruido, han demostrado mejorar la exactitud del OCR hasta en un 20%. Estos resultados subrayan la importancia de seleccionar las herramientas adecuadas para maximizar la precisión en el procesamiento de imágenes y la extracción de texto.

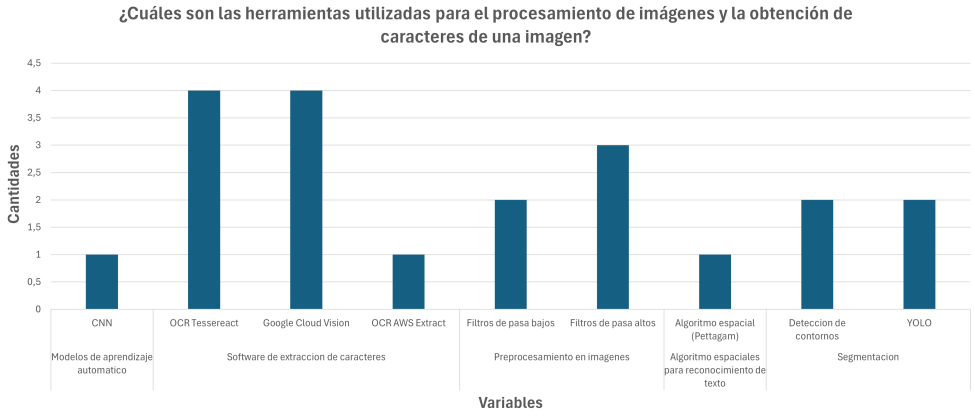


Figura 1. Herramientas para el reconocimiento de textos en imágenes

Los métodos de clasificación automática de textos, analizados en los estudios [7], [9] y [13], se fundamentan en modelos de aprendizaje automático con resultados óptimos. Por ejemplo, en la Figura 2 se muestran las herramientas utilizadas, como Support Vector Machine (SVM), que han alcanzado una precisión de clasificación del 92% en la categorización de gastos empresariales. Además, los modelos de perceptrón multicapa han demostrado una precisión del 95% en la extracción de información clave de facturas digitales, mejorando la eficiencia del procesamiento de documentos en un 30%. Estos hallazgos resaltan la eficacia de los enfoques basados en aprendizaje automático para la clasificación precisa de textos.

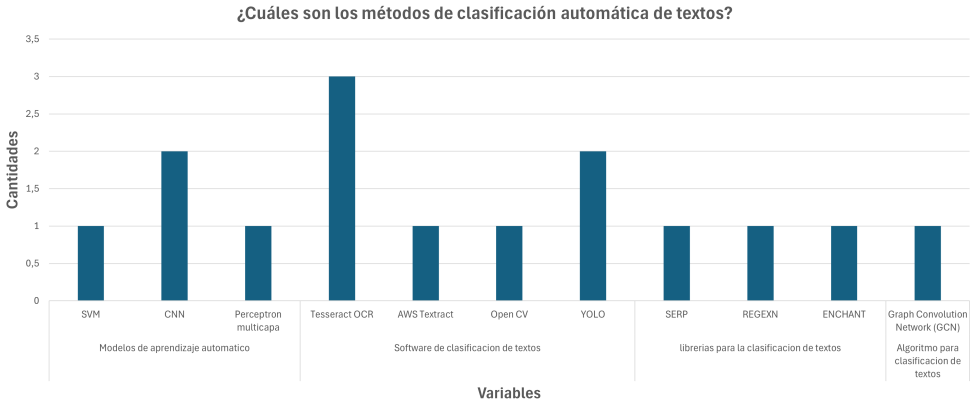


Figura 2. Métodos y herramientas de clasificación de textos

Los aspectos destacados en los enfoques de desarrollo de software de las aplicaciones web progresivas y las aplicaciones nativas, explorados en los estudios [17], [18], [19], [20] y [22], evidencian diferencias significativas en términos de rendimiento y popularidad, presentadas en la Figura 3. Por ejemplo, Flutter ha mostrado una mejora del 40% en el rendimiento de las aplicaciones móviles en comparación con las PWA. Asimismo, las aplicaciones nativas han registrado un aumento del 50% en la retención de usuarios en comparación con las PWA, subrayando la importancia de seleccionar el enfoque de desarrollo apropiado según los objetivos del proyecto y las preferencias del usuario.

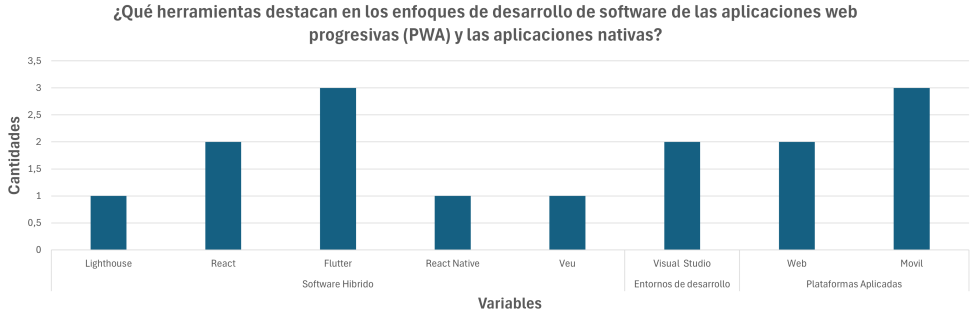


Figura 3. Herramientas destacadas en el enfoque de desarrollo híbrido

Las metodologías de usabilidad para la experiencia del usuario en un producto de software y sus ventajas, examinadas en los estudios [16], [23], [24], [25], han arrojado resultados valiosos en términos de calidad y satisfacción del usuario, presentados en la Figura 4. Por ejemplo, la aplicación de estándares como ISO/IEC 9126-1 ha conducido a una reducción del 20% en los errores de usabilidad y una mejora del 25% en la eficiencia del usuario. Además, la implementación de metodologías ágiles como Scrum y DevOps ha permitido una reducción del 30% en los tiempos de entrega

de productos de software y una mejora del 40% en la colaboración entre equipos multidisciplinarios. Estos resultados destacan la importancia de adoptar enfoques metodológicos estructurados para garantizar una experiencia de usuario óptima en productos de software.

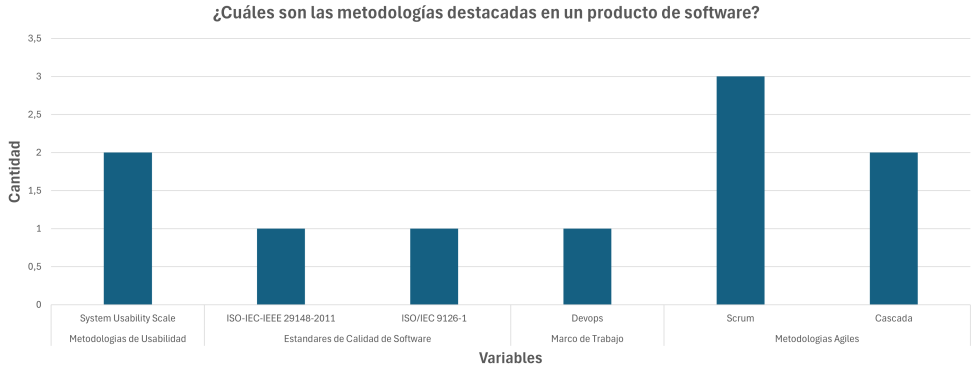


Figura 4. Metodologías de desarrollo destacadas para un producto de software

En resumen, la implementación de herramientas avanzadas y metodologías innovadoras ha demostrado mejorar significativamente la eficiencia y precisión en procesos empresariales. La selección adecuada de estas herramientas, ilustrada en las figuras, es esencial para maximizar los beneficios en diversos sectores.

1.3 Fundamentación teórica

Esta sección examina las herramientas tecnológicas y los conceptos esenciales vinculados al problema de estudio. El análisis de las tecnologías que se han destacado como recursos fundamentales en investigaciones similares ofrece una base robusta para la implementación metodológica de la presente investigación. El *marco teórico* establecerá una conexión crucial entre los *antecedentes investigativos* y el estudio en cuestión. La identificación de las limitaciones y ventajas de las herramientas permitirá tomar decisiones informadas para el desarrollo del proyecto.

Se presenta proporciona un análisis de herramientas tecnológicas y conceptos, proporcionando una base para la implementación metodológica de la investigación. Tecnologías como el reconocimiento óptico de caracteres, procesamiento de imágenes, algoritmos espaciales para reconocimiento de texto, métodos de clasificación automática de textos, enfoques de desarrollo de software, estándares de calidad y marcos de trabajo son cruciales para desarrollar una solución escalable y eficiente.

1.3.1 Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)

El reconocimiento óptico de caracteres (OCR) es el proceso de convertir una imagen con texto en un formato legible por una máquina. El OCR se encarga de reconocer los caracteres dentro de una imagen y transformarlos en texto [9]. Este sistema se utiliza ampliamente en la identificación de caracteres y textos en una variedad de documentos, como recibos, facturas y otros de diversas entidades. En [6–8] se presenta el análisis y comparación de distintas herramientas OCR, con el fin de identificar la herramienta más adecuada para diferentes tipos de imágenes y tareas. Esto se realiza para aprovechar eficazmente la capacidad de estas soluciones en obtener datos específicos. Estas herramientas son empleadas para el reconocimiento de certificados de vehículos, facturas y documentos de distintas empresas, garantizando la obtención de los textos esperados y facilitando la automatización de las soluciones. Este recurso resulta ser eficaz en el alcance de los objetivos propuestos, y su utilidad es aplicada en diversos sistemas. Por lo tanto, el uso de OCR es una herramienta efectiva para automatizar procesos al extraer textos de imágenes, permitiendo la digitalización y procesamiento eficiente de información contenida en documentos.

1.3.2 Procesamiento de Imágenes

El procesamiento de imágenes es una disciplina fundamental en una amplia gama de aplicaciones, desde el análisis hasta la visión por computadora. La complejidad de este proceso radica en la diversidad de formatos de imagen, la calidad de la imagen y la información visual que se busca extraer. Diversas técnicas y herramientas se emplean en este campo para abordar diferentes desafíos. El procesamiento de imágenes ha mejorado la precisión y eficiencia en tareas como la clasificación de objetos y la detección de características relevantes. Por ejemplo, algoritmos de detección de objetos han demostrado una precisión aceptable en la identificación de objetos en imágenes de tráfico. Además, en [11], se encontró que el uso de filtros de paso bajo en imágenes aumentó la calidad de la imagen, lo que permitió una mejor detección de anomalías y una toma de decisiones más precisa. El procesamiento de imágenes también involucra técnicas de filtrado, como filtros de paso bajo y filtros de paso alto, que se utilizan para suavizar o resaltar características específicas en una imagen. Estas técnicas son útiles

en aplicaciones como la eliminación de ruido o la detección de bordes.

1.3.3 Algoritmos Espaciales para Reconocimiento de Texto

Los algoritmos espaciales desempeñan un papel crucial en el reconocimiento de texto en imágenes, ya que permiten la detección y segmentación precisa de los caracteres. En este contexto, la precisión y la eficiencia son elementos clave para el éxito del reconocimiento de texto en imágenes. Según [7], los algoritmos espaciales, como el algoritmo espacial Pettagam, están diseñados para identificar patrones espaciales en imágenes que facilitan el reconocimiento de texto. Además, técnicas de segmentación como la detección de contornos [10] juegan un papel fundamental al identificar áreas de interés en una imagen y extraer el texto correspondiente. Estos algoritmos espaciales, cuando se combinan con métodos de clasificación automática de textos, forman la base de sistemas avanzados de reconocimiento de texto en imágenes. Su eficacia y precisión son fundamentales para aplicaciones que requieren la identificación y extracción de texto en entornos variables y complejos.

1.3.4 Métodos de Clasificación Automática de Textos

Los métodos de clasificación automática de textos desempeñan un papel esencial en la organización y procesamiento eficiente de grandes volúmenes de información textual. Estos métodos se apoyan en modelos de aprendizaje automático que tienen la capacidad de aprender patrones complejos en datos de texto. Según [7, 9], los modelos de Support Vector Machines (SVM) son ampliamente utilizados debido a su capacidad para clasificar datos de texto de manera efectiva. Además, Convolutional Neural Networks (CNN) y Perceptrón multicapa han demostrado ser efectivos en la extracción de información clave de documentos, mejorando significativamente la eficiencia del procesamiento de textos. La combinación de estos modelos con software y librerías especializadas en clasificación de textos proporciona soluciones robustas para la clasificación automática de textos en una variedad de aplicaciones. Su aplicación se extiende desde la organización de grandes conjuntos de datos hasta la automatización de tareas de procesamiento de texto en entornos empresariales y académicos.

1.3.5 Enfoques de desarrollo de software (PWA y aplicaciones nativas)

Los enfoques de desarrollo de software, como Progressive Web Apps (PWA) y aplicaciones nativas, ofrecen diferentes características en términos de rendimiento y accesibilidad. Según [18, 22], las PWAs son altamente portátiles y pueden ejecutarse en una variedad de plataformas y dispositivos, lo que las hace ideales para aplicaciones que requieren accesibilidad en diferentes entornos. Por otro lado, tecnologías como Flutter [15], React Native y Vue [20] son populares para el desarrollo de aplicaciones nativas, ya que ofrecen un rendimiento superior y una integración más profunda con el sistema operativo del dispositivo. La elección entre estos enfoques depende de los requisitos específicos del proyecto y las preferencias del usuario. Las PWAs son ideales para aplicaciones que requieren portabilidad y accesibilidad rápida, mientras que las aplicaciones nativas ofrecen un rendimiento óptimo y una experiencia de usuario más personalizada. La combinación de estos enfoques permite a los desarrolladores adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado y ofrecer soluciones de software innovadoras y efectivas.

1.3.6 Estándares de calidad del software

Los estándares de calidad del software son fundamentales para garantizar la fiabilidad, seguridad y eficacia de los productos de software. La aplicación de estándares reconocidos, como ISO-IEC-IEEE 29148-2011 y ISO/IEC 9126-1, proporciona una base sólida para el desarrollo y la evaluación de productos de software. Según [25], estos estándares ofrecen pautas claras que abordan aspectos críticos como la gestión de requisitos, el diseño y la verificación del software. Por otro lado, ISO/IEC 9126-1 establece criterios detallados para evaluar la calidad del software en términos de funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. La adopción de estos estándares no solo garantiza que los productos de software cumplan con los requisitos de calidad establecidos, sino que también asegura que sean capaces de satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios finales. Esto es especialmente relevante en un entorno tecnológico en constante evolución, donde la competencia y las demandas del mercado exigen soluciones de software confiables y eficientes.

1.3.7 Metodologías ágiles en el desarrollo de software

Las metodologías ágiles proporcionan un enfoque flexible y eficiente para el desarrollo, implementación y mantenimiento de productos de software. Entre las más destacadas en la industria se encuentran DevOps y Scrum. Según [24], este enfoque integra el desarrollo de software (Dev) con las operaciones de tecnología de la información (Ops), promoviendo la colaboración entre equipos multidisciplinarios y la entrega continua de software de alta calidad. La filosofía central de DevOps es la automatización, la medición y el intercambio de información, lo que permite una entrega más rápida y confiable de software. Por otro lado, según [23] en scrum los equipos trabajan en sprints, períodos de tiempo definidos durante los cuales se desarrolla un conjunto de características específicas. Esta metodología ágil permite una respuesta flexible a los cambios en los requisitos del proyecto y fomenta la colaboración entre los miembros del equipo y los interesados. Ambas metodologías garantizan un proceso de desarrollo eficiente, mejorando la colaboración interdepartamental y asegurando la entrega oportuna de productos de software que satisfacen las necesidades del cliente y del mercado.

1.3.8 Gestión de bases de datos con IBM DB2

La gestión eficiente de bases de datos es esencial en el entorno empresarial actual, y herramientas como IBM DB2 se destacan por su escalabilidad y confiabilidad [26]. DB2 es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) desarrollado por IBM, diseñado para manejar grandes volúmenes de datos de manera eficiente y garantizar la integridad, disponibilidad y seguridad de la información crítica para las operaciones comerciales. Su arquitectura robusta y su capacidad de adaptarse a las necesidades cambiantes del negocio hacen de DB2 una opción ideal para organizaciones que requieren soluciones de bases de datos flexibles y confiables. Además, DB2 cumple con los más altos estándares de seguridad y normativas, lo que lo convierte en una herramienta clave para empresas que buscan maximizar el valor de sus datos y mantenerse competitivas en un entorno digital en constante evolución.

1.3.9 Desarrollo Backend

El desarrollo del backend se basa en el uso de tecnologías robustas y eficientes, como Spring Boot y Java, que son ampliamente reconocidas por su versatilidad y rendimiento en la construcción de aplicaciones a gran escala [27]. Spring Boot permite la creación ágil de servicios RESTful, simplificando el proceso de desarrollo al integrar herramientas y convenciones preconfiguradas, lo que acelera el tiempo de desarrollo y mejora la eficiencia del sistema. Por su parte, Java aporta la robustez necesaria para manejar cargas de trabajo complejas y garantiza la fiabilidad y estabilidad de la infraestructura backend. Esta combinación de Spring Boot y Java permite desarrollar arquitecturas backend escalables y flexibles, capaces de adaptarse a los requisitos cambiantes del negocio, asegurando un rendimiento óptimo y una integración fluida con otros sistemas y servicios.

1.3.10 Interfaz de programación de aplicaciones (APIs)

El diseño de las APIs es un componente clave en la arquitectura de sistemas modernos, ya que facilita la comunicación e integración entre sus diversos componentes [28]. Las APIs son diseñadas bajo principios fundamentales que aseguran la claridad y coherencia en las interfaces, permitiendo una integración fluida entre el frontend y el backend, así como entre los distintos servicios del sistema. Esta estructura es crucial para garantizar una interacción eficiente entre los elementos de la aplicación y su capacidad de evolución continua. Los estándares abiertos, como Representational State Transfer (REST) y JavaScript Object Notation (JSON), son ampliamente utilizados debido a su interoperabilidad y compatibilidad con diversas aplicaciones y servicios. No obstante, en función de la complejidad y los requisitos específicos de los sistemas, pueden emplearse otras arquitecturas o tecnologías, como GraphQL o gRPC, las cuales podrían ser más eficientes en ciertos contextos, favoreciendo el rendimiento y la escalabilidad de las aplicaciones.

1.3.11 Infraestructura con Servidor

La infraestructura del sistema se fundamenta en un entorno basado en servidor Linux respaldado por NGINX como servidor web principal. Linux aporta estabilidad y seguridad, mientras que NGINX proporciona un rendimiento óptimo y la capacidad de manejar cargas de tráfico elevadas de manera eficiente [29]. Funcionando como proxy inverso, NGINX administra las solicitudes entrantes y las distribuye a los servidores backend según sea necesario, garantizando un rendimiento excepcional incluso en entornos de alta demanda. Además, la configuración flexible de NGINX permite implementar estrategias de equilibrio de carga y escalabilidad horizontal para asegurar la disponibilidad y la fiabilidad del sistema.

1.3.12 Despliegue de Servicios

Para implementar los servicios, se confía en WildFly, un servidor de aplicaciones Java que proporciona un entorno de ejecución estable y seguro. Con soporte para Java EE y la capacidad de escalar horizontalmente, WildFly permite implementar y gestionar los servicios de manera eficiente [30]. Su integración con herramientas de gestión de contenedores facilita el despliegue y la administración de servicios en entornos de producción, asegurando un funcionamiento sin problemas del sistema. Además, la modularidad y la extensibilidad de WildFly permiten personalizar y optimizar el entorno de ejecución según las necesidades específicas de la aplicación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementar un sistema multiplataforma de gestión financiera de viáticos, subsistencia, movilización y alimentación para mejorar la eficiencia del tiempo en los procesos de solicitud de viáticos en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis de herramientas de software para el desarrollo de un sistema multiplataforma de gestión financiera de viáticos.
- Analizar los procesos de gestión de viáticos para mejorar la eficiencia en el tiempo mediante soluciones tecnológicas.
- Desarrollar un sistema multiplataforma de gestión financiera para mejorar la eficiencia del tiempo en los procesos de gestión de viáticos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

La recolección de información se llevará a cabo a través de encuestas y entrevistas (Véase Anexos A y B). En primera instancia, se aplicarán encuestas a un grupo representativo de empleados de ELEPCO S.A. para identificar sus necesidades y expectativas en relación con la gestión de viáticos. Complementariamente, se realizarán entrevistas con los responsables de las áreas de Finanzas, Tecnologías de la Información y Recursos Humanos, lo que permitirá obtener información técnica y normativa relevante sobre los procedimientos actuales.

2.2 Métodos

La sección de metodología presenta el procedimiento a seguir para el trabajo de investigación junto a los materiales, métodos y técnicas. Los diversos aspectos relacionados con la metodología serán presentados como la *modalidad de investigación* que establece el enfoque y diseño del estudio. Asimismo, el tema crucial de la *selección de población* que influyen directamente en la representatividad de los resultados. Por otro lado, la subsección sobre *recolección de información* explorará las estrategias y herramientas utilizadas para obtener datos relevantes y fiables. Además, el proceso de interpretación de la información recopilada se detalla en el apartado del *procesamiento y análisis de datos*.

2.2.1 Modalidad de la investigación

La presente investigación se caracteriza por el uso de métodos y técnicas orientados a la medición y análisis numérico de los datos. Para llevarla a cabo, se adoptarán tres modalidades complementarias: la modalidad de campo, la modalidad bibliográfica-documental y la modalidad cuantitativa.

a. Modalidad cuantitativa

Se llevará a cabo una comparación de los tiempos de gestión de viáticos antes y después de implementar el nuevo sistema automatizado desarrollado para ELEPCO S.A. Se recogerán datos sobre la duración de las diferentes fases del proceso de gestión de viáticos utilizando los métodos actuales y, posteriormente, con el nuevo sistema automatizado. Esta evaluación medirá cada etapa del proceso, desde la solicitud inicial de viáticos hasta la liquidación final. Los resultados de esta comparativa permitirán cuantificar el impacto del sistema en la eficiencia del proceso de gestión de viáticos, proporcionando evidencia concreta sobre la posible reducción en los tiempos de procesamiento y la optimización de los recursos disponibles.

b. Modalidad de campo

Se ha considerado esta modalidad debido a que se realizará una recolección de información de manera directa mediante encuestas y cuestionarios aplicados a los empleados de ELEPCO S.A. La recopilación de datos numéricos permitirá proporcionar una evaluación precisa y medible del impacto de la implementación del software en la empresa, mostrando los efectos de la introducción del sistema en términos de agilización de procesos y comparaciones antes y después de la implementación.

c. Modalidad bibliográfica documental

La investigación se lleva a cabo para examinar las fuentes científicas encontradas en libros, tesis y artículos científicos relacionados con las variables de estudio. Esta modalidad permite identificar las mejores prácticas y tendencias sobre la implementación de software en empresas similares, basándose en opiniones de expertos en el tema. Además, la aplicación de técnicas de validación, como el coeficiente alpha de Cronbach para los instrumentos de recolección de datos, garantiza la consistencia y confiabilidad de los mismos, evitando sesgos en la investigación.

2.2.2 Población y muestra

a. Población General

Este estudio está enfocado en los empleados administrativos y operativos de los diferentes departamentos de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. La empresa cuenta con un total de 412 empleados. A continuación, en la Tabla 2, se presenta el número de departamentos y la cantidad de personas asociadas a cada uno de ellos.

Para obtener una muestra en este estudio, llevaremos a cabo un muestreo de una población finita conocida. Para calcular el tamaño de muestra (n), utilizaremos la siguiente fórmula específica para poblaciones finitas [31]:

Tabla 2. Departamentos y direcciones de ELEPCOSA

Departamento y Dirección	**Empleados**	**Porcentaje**
Auditoría Interna	3	0,7%
Contratación	5	1,2%
Departamento Zona Occidental	24	5,8%
Dirección Tecnologías de la Operación y de la Información	11	2,7%
Dirección Comercial	113	27,4%
Dirección de Asesoría Jurídica	6	1,5%
Dirección de Distribución	97	23,5%
Dirección de Generación	45	10,9%
Dirección de Planificación	9	2,2%
Dirección de Subtransmisión	23	5,6%
Dirección Financiera	35	8,5%
Dirección Relaciones Industriales	32	7,8%
Dirección Técnica	1	0,2%
Gerencia General	2	0,5%
Presidencia Ejecutiva	4	1,0%
Relaciones Públicas	2	0,5%
TOTAL	412	100%

b. Muestra General

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \tag{1}$$

- Z $\rightarrow$ Nivel de confianza.
- p $\rightarrow$ Probabilidad de éxito.
- q $\rightarrow$ Probabilidad de fracaso.
- N $\rightarrow$ Tamaño de la Población.
- e $\rightarrow$ Error de estimación aceptable.
- n $\rightarrow$ Tamaño de la muestra.

Para este estudio, se ha determinado que la población supera los 100 elementos, lo que brinda la oportunidad de obtener una muestra con un nivel de confianza del 95%. La elección de este nivel de confianza se fundamenta en la necesidad de obtener resultados con un alto grado de certeza en su representatividad respecto a la población total.

Para el cálculo del margen de error, se tomará en cuenta la participación de empleados de distintas áreas, lo que implica una amplia variedad de opiniones y percepciones. Esta diferencia en los puntos de vista introduce una variabilidad considerable en los datos, justificando así la elección de una desviación estándar de 1.5. Este valor refleja de manera adecuada la dispersión esperada en las respuestas, sin subestimar ni sobrestimar la variabilidad real.

$$e = Z \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{2}$$

- $Z = 1.96$ (para un nivel de confianza del 95%)
- $\sigma = 1.5$ (desviación estándar)
- $n = 412$ (tamaño de muestra)

Sustituyendo en la fórmula del margen de error:

$$e = 1.96 \times \frac{1.5}{\sqrt{412}} \approx 0.145$$

Se asigna un valor del 50% a los eventos p y q, considerando la incertidumbre probabilística asociada a ambos eventos. Los resultados obtenidos bajo estas condiciones son los siguientes:

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 412}{(0.145)^2(412-1) + (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} \approx 41$$

Para asegurar que la muestra represente de manera adecuada la participación de las áreas clave en el proceso de gestión de viáticos, se ha determinado que al menos un miembro de cada una de las siguientes áreas: Dirección de Relaciones Industriales, Finanzas y Tecnologías de la Operación e Información en la Tabla 2, participará en la muestra . Estas áreas desempeñan un papel fundamental en la gestión de viáticos, ya sea en la planificación, autorización, seguimiento o control de este proceso.

2.2.3 Recolección de información

La recolección de información se realizó mediante un enfoque metodológico que combinó encuestas (Anexo A) y entrevistas (Anexo B) . En primera instancia, se llevó a cabo encuestas dirigidas a un grupo representativo de empleados de la empresa, con el propósito de identificar sus necesidades y expectativas en relación con la gestión de viáticos. A través de estas encuestas, se buscó obtener una comprensión de las dificultades que enfrentan en el proceso actual, así como sus sugerencias para mejorar la gestión de los viáticos.

Complementariamente, se realizaron entrevistas con los responsables de las áreas financiera, tecnologías de la información y recursos humanos. Estas entrevistas permitieron recabar información técnica y legal relevante sobre los procedimientos existentes en la gestión de viáticos, así como las normativas que regulan dichos procesos. Los entrevistados proporcionaron sus perspectivas sobre las limitaciones del proceso actual y la necesidad de adoptar nuevas soluciones que puedan abordar las áreas críticas identificadas.

a. Validación de los instrumentos

La validación de los instrumentos utilizados en esta investigación sobre la gestión de viáticos comenzó con una encuesta dirigida a los empleados, para la cual se aplicó

el coeficiente alpha de Cronbach con el fin de determinar la confiabilidad interna del instrumento. Posteriormente, se llevaron a cabo entrevistas con los responsables de la gestión de viáticos, las cuales se evaluaron mediante una escala de Likert, enfocándose en tres criterios fundamentales: claridad, coherencia y relevancia de las preguntas. Este enfoque garantizó que las respuestas obtenidas fueran consistentes y representativas de las percepciones de los participantes sobre la gestión de viáticos. En conjunto, estos métodos permitieron establecer la validez y fiabilidad de los instrumentos empleados en la recopilación de datos pertinentes.

- ***Encuestas.*** La validación del instrumento se realizó mediante el coeficiente alpha de Cronbach (α) (Véase Anexo C), una herramienta estadística que permite evaluar la consistencia interna de un conjunto de ítems. En esta investigación, se utilizaron $k = 10$ ítems aplicados a un total de 41 participantes. Las varianzas individuales de los ítems variaron entre $0,7305$ y $2,3855$, con una sumatoria total de varianzas de los ítems es $13,4170$, y la varianza de la suma de los ítems alcanzó $38,1582$.

El coeficiente alpha de Cronbach se calcula mediante la siguiente fórmula [32]:

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{k}\sigma_i^2}{\sigma_T^2}\right) \tag{3}$$

donde:

- k es el número de ítems ($k = 10$),
- $\sum_{i=1}^{k}\sigma_i^2$ es la suma de las varianzas individuales de los ítems, que en este caso es $13,4170$,
- σ_T^2 es la varianza total de la suma de los ítems, que en este caso es $38,1582$.

Sustituyendo los valores en la fórmula, tenemos:

$$\alpha = \frac{10}{10-1}\left(1 - \frac{13,4170}{38,1582}\right)$$

Calculando el término:

$$\frac{13,4170}{38,1582} \approx 0,351$$

Por lo tanto:

$$\alpha = \frac{10}{9}\left(1 - 0,351\right) = \frac{10}{9} \cdot 0,649 \approx 0,720$$

El coeficiente alpha de Cronbach resultante es de $0,720$. Este resultado clasifica el cuestionario dentro del rango de ”excelente confiabilidad”, ya que un valor de $0,720$ indica que el instrumento posee una consistencia interna adecuada para captar las percepciones de los participantes sobre la gestión de viáticos. De acuerdo con los criterios establecidos, un alpha entre $0,72$ y $0,99$ se considera de ”excelente confiabilidad”, lo que sugiere que el instrumento es adecuado para su uso en el contexto de esta investigación.

- ***Entrevistas.*** Para validar el instrumento utilizado en esta investigación, se implementará una encuesta dirigida a los entrevistados, empleando una escala de Likert que se fundamenta en las preguntas formuladas durante la entrevista técnica. Esta metodología de validación se alinea con el enfoque propuesto en [33], quienes destacan la importancia de evaluar criterios esenciales como la claridad, coherencia y relevancia de las preguntas en el contexto de la investigación empírica. En particular, estos criterios se detallan en la Tabla 3, y se relacionan directamente con el proceso de gestión de viáticos. La recopilación de las percepciones de los participantes sobre estos aspectos generará datos cuantitativos que contribuirán al refinamiento del instrumento y mejorarán la calidad de las preguntas en futuras evaluaciones. Este enfoque sistemático busca garantizar que el instrumento sea más eficaz en la obtención de información pertinente y precisa, lo que es crucial para garantizar la exactitud y solidez en la investigación. Al adoptar este proceso de validación , se fortalece la confiabilidad y la validez del instrumento.

Tabla 3. Escala de Likert para evaluación de preguntas

Dimension	**Muy bajo**	**Bajo**	**Mediana**	**Alta**	**Muy alta**
Claridad	1	2	3	4	5
Coherencia	1	2	3	4	5
Relevancia	1	2	3	4	5

Posteriormente, se llevó a cabo la entrevista técnica, la cual permitió obtener información cualitativa valiosa sobre las experiencias y necesidades de los participantes en el proceso de gestión de viáticos. A partir de las respuestas recopiladas, se calcularon los promedios correspondientes para cada uno de los criterios clave, los cuales se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Promedios de los criterios claves evaluadas en la encuesta de Likert

Pregunta	Claridad	Coherencia	Relevancia
P1	4.0	3.67	3.67
P2	3.67	3.33	4.0
P3	3.33	3.33	3.0
P4	4.33	4.33	4.67
P5	3.0	3.33	3.0
P6	4.33	4.33	4.33

Los promedios presentados en la Tabla 4 muestran que las preguntas del instrumento fueron evaluadas de manera satisfactoria, con la mayoría recibiendo valoraciones positivas. En particular, las puntuaciones promedio en los criterios de claridad, coherencia y relevancia son notablemente altas, variando entre 3.0 y 4.67, según [33]. Estos resultados confirman que las preguntas son apropiadas para cumplir con los objetivos establecidos para la entrevista técnica. Los entrevistados destacaron la pertinencia de las preguntas, lo que refuerza la efectividad del instrumento en la obtención de información precisa y relevante sobre el proceso de gestión de viáticos.

b. Resultados de la Encuesta de Validación para el Sistema de Gestión de Viáticos ELEPCO S.A.

En este apartado se exponen los resultados de la Encuesta de Validación del Sistema de Gestión de Viáticos en ELEPCO S.A., con el propósito de evaluar su desempeño y obtener una visión integral de las opiniones de los empleados. Además de medir la claridad y efectividad del sistema, la encuesta busca identificar los principales desafíos en el proceso de viáticos, específicamente en las etapas de solicitud, presentación de informes de cumplimiento y gestión de pagos.

Pregunta 1: ¿Considera que el proceso actual para solicitar viáticos, presentar evidencias, y gestionar los pagos junto con la liquidación de viáticos es ágil y eficiente?

Tabla 5. Resultados de la encuesta en la pregunta uno

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	3	7.3%
De acuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3	7.3%
En desacuerdo	13	31.7%
Totalmente en desacuerdo	22	53.7%
Suma total	41	100%

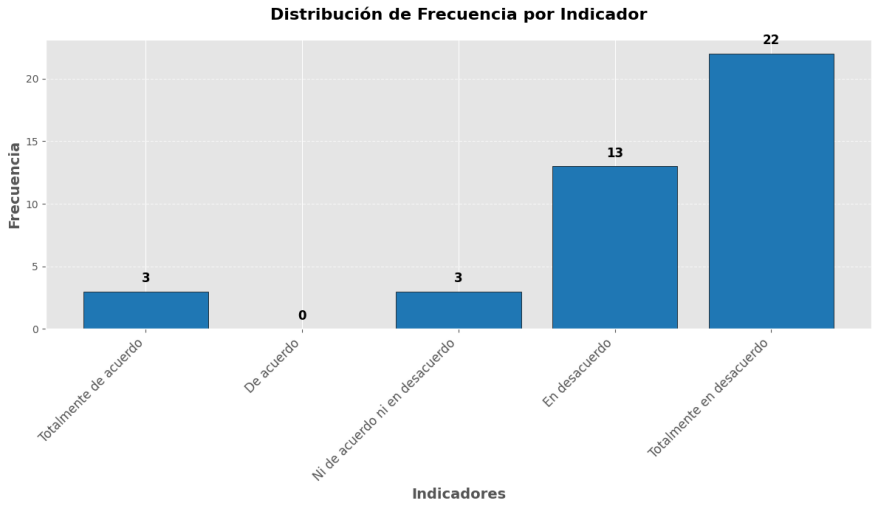


Figura 5. Resultados de la encuesta en la pregunta uno

Análisis e interpretación:

El análisis de los resultados obtenidos en la primera pregunta, presentado en la Tabla 5, muestra una percepción negativa en relación con la eficiencia del proceso actual de gestión de viáticos en ELEPCO S.A. Esta percepción es aún más evidente en la Figura 5, donde se visualiza claramente el nivel de insatisfacción de los empleados con el proceso actual. La mayoría de los empleados, representando un **53.7%, están totalmente en desacuerdo con que el proceso sea ágil y eficiente**, mientras que un **31.7% están en desacuerdo, lo que suma un total del 85.4% de respuestas negativas**. Solo el **7.3% de los empleados se mantuvo neutral**, indicando que no tienen una opinión clara al respecto, y un **7.3% está totalmente de acuerdo con el proceso actual**. Estos resultados reflejan una insatisfacción generalizada con el sistema actual, sugiriendo que el proceso de solicitud de viáticos, la presentación de informes y la gestión de pagos no cumple con las expectativas de la mayoría de los empleados. La ausencia de respuestas en la opción ”De acuerdo” refuerza la necesidad de revisar y optimizar

el sistema para hacerlo más eficiente y ágil. Esta percepción negativa podría estar vinculada a la complejidad o lentitud en las fases del proceso, lo cual será necesario abordar para mejorar la experiencia del usuario y optimizar los recursos internos de la empresa.

Pregunta 2: Cuánto tiempo dedica en promedio para completar el proceso de solicitud de viáticos?

Tabla 6. Resultados de la encuesta en la pregunta dos

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Menos de media hora	4	9.8%
Entre media hora y una hora	16	39%
De dos a tres horas	9	22%
De tres a cuatro horas	4	9.8%
Más de cuatro horas	8	19.5%
Suma total	41	100%

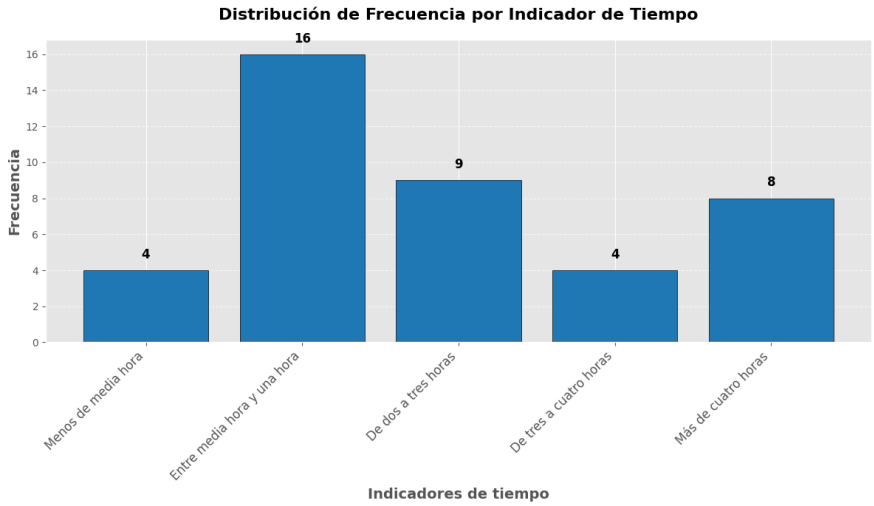


Figura 6. Resultados de la encuesta en la pregunta dos

Análisis e interpretación:

El análisis de los resultados obtenidos en la segunda pregunta, presentado en la Tabla 6, revela una considerable variabilidad en el tiempo que los empleados de ELEPCO S.A. dedican al proceso de solicitud de viáticos. Esta variabilidad es aún más evidente en la Figura 6, donde se visualiza la distribución de las respuestas que a los empleados les toma para completar el trámite. El **39% de los encuestados indicó que invierten entre media hora y una hora** para completar este proceso, lo que representa la mayor proporción entre las respuestas. Sin embargo, un **22% de los empleados necesita entre dos y tres horas**, lo que señala la existencia de una variabilidad en la eficiencia del

proceso. Un porcentaje menor, **el 9.8%, dedica menos de media hora o entre tres y cuatro horas**, lo que sugiere que el tiempo invertido no es uniforme y podría depender de la familiaridad del empleado con el sistema o la complejidad de la solicitud. De forma más preocupante, el **19.5% de los encuestados mencionó que requiere más de cuatro horas**, lo que refleja una ineficiencia notable para una parte de los usuarios. En resumen, los datos indican que, aunque el proceso de solicitud es relativamente ágil para algunos empleados, una proporción considerable enfrenta demoras importantes, lo que sugiere la necesidad de mejorar la simplicidad y accesibilidad del sistema para optimizar el tiempo invertido en este trámite.

Pregunta 3: Cuánto tiempo dedica en promedio para realizar el informe para el cumplimiento de la comisión?

Tabla 7. Resultados de la encuesta en la pregunta tres

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Menos de media hora	4	9.8%
Entre media hora y una hora	19	46.3%
De dos a tres horas	9	22%
De tres a cuatro horas	3	7.3%
Más de cuatro horas	6	14.6%
Suma total	41	100%

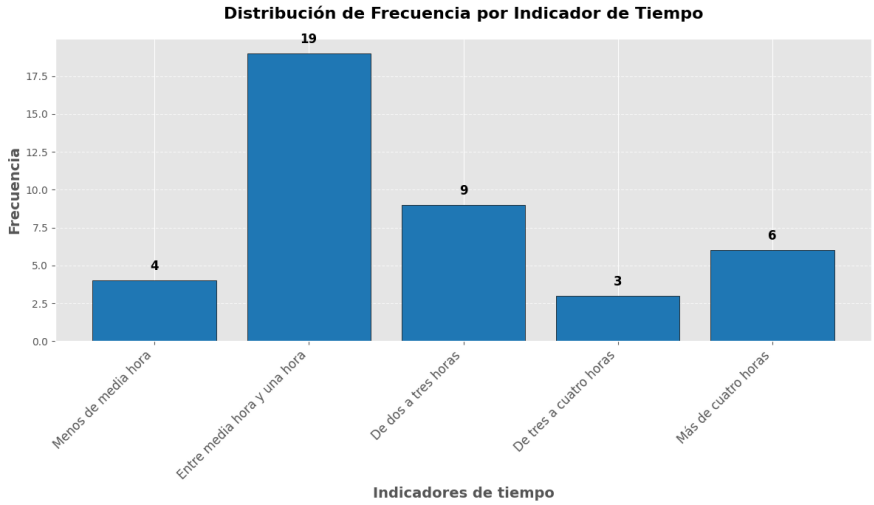


Figura 7. Resultados de la encuesta en la pregunta tres

Análisis e interpretación:

El análisis de los resultados obtenidos en la tercera pregunta, presentado en la Tabla 7, revela una notable variabilidad en el tiempo que los empleados de ELEPCO S.A. dedican a la elaboración del informe de cumplimiento de la comisión. Esta variabilidad es claramente visible en la Figura 7, donde se muestra la distribución de las respuestas y las diferentes proporciones de tiempo dedicado por los empleados. La mayoría de los encuestados, el **46.3%, señala que invierte entre media hora y una hora** en esta tarea, lo que sugiere que el proceso es relativamente eficiente para casi la mitad de los participantes. Sin embargo, un **22% de los empleados indica que requiere entre dos y tres horas** para completar este informe, lo que sugiere que existen variaciones notables en la experiencia de los empleados en esta etapa del proceso. Un **9.8% menciona que dedica menos de media hora**, lo que puede indicar que algunos empleados son particularmente hábiles o están bien familiarizados con el proceso, mientras que un **14.6% necesita más de cuatro horas**, evidenciando una falta de eficiencia para una parte notable del personal. La proporción de empleados que tarda entre tres y cuatro horas en elaborar el informe (7.3%) también es digna de mención, ya que señala que un número reducido, aunque notable, encuentra dificultades que podrían beneficiarse de mejoras en el sistema. En general, los datos sugieren que, si bien muchos empleados consideran que el proceso es manejable, un grupo considerable enfrenta desafíos que podrían abordarse mediante capacitaciones o ajustes en el sistema de gestión.

Pregunta 4: ¿Con qué frecuencia ha tenido inconvenientes en el proceso de solicitud de viáticos?

Tabla 8. Resultados de la encuesta en la pregunta cuatro

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna	3	7.3%
Al menos una vez	10	24.4%
Dos veces	3	7.3%
Tres veces	5	12.2%
Más de cuatro veces	20	48.8%
Suma total	41	100%

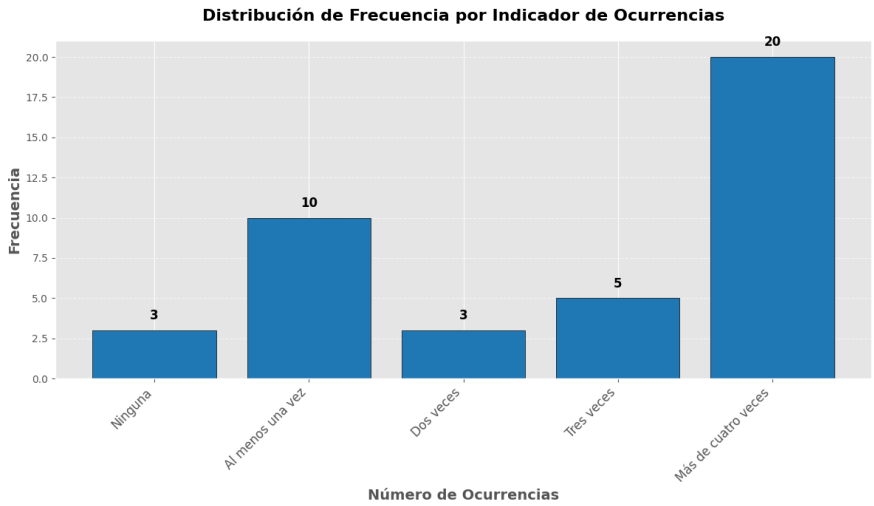


Figura 8. Resultados de la encuesta en la pregunta cuatro

Análisis e interpretación:

El análisis de los resultados obtenidos en la cuarta pregunta, presentado en la Tabla 8, revela una alta frecuencia de inconvenientes experimentados por los empleados de ELEPCO S.A. en el proceso de solicitud de viáticos. Estos inconvenientes son particularmente evidentes en la Figura 8, donde se observa que una gran parte de los empleados ha enfrentado problemas recurrentes. Un alarmante **48.8% de los encuestados indica que ha tenido inconvenientes más de cuatro veces**, lo que sugiere que muchos empleados enfrentan problemas recurrentes en este proceso, generando una posible insatisfacción y una percepción negativa sobre la gestión de viáticos. Además, el **24.4% de los participantes ha tenido inconvenientes al menos una vez**, lo que incrementa la preocupación sobre la efectividad del sistema actual. Solo un **7.3% de los encuestados reporta no haber tenido problemas**, lo que indica que la mayoría de los empleados ha experimentado dificultades en algún momento, resaltando la necesidad de una revisión y mejora del proceso. Las respuestas también muestran que un **12.2% ha enfrentado inconvenientes tres veces**, lo que subraya la existencia de un patrón de problemas que afecta a una parte notable de la fuerza laboral. En general, estos datos sugieren que hay un claro margen de mejora en el proceso de solicitud de viáticos, y que la implementación de cambios puede ser fundamental para aumentar la eficiencia y la satisfacción de los empleados en relación con este procedimiento.

Pregunta 5: ¿Con qué frecuencia ha tenido inconvenientes en el proceso de presentación del informe de cumplimiento de la comisión?

Tabla 9. Resultados de la encuesta en la pregunta cinco

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna	6	14.6%
Al menos una vez	12	29.3%
Dos veces	5	12.2%
Tres veces	4	9.8%
Más de cuatro veces	14	34.1%
Suma total	41	100%

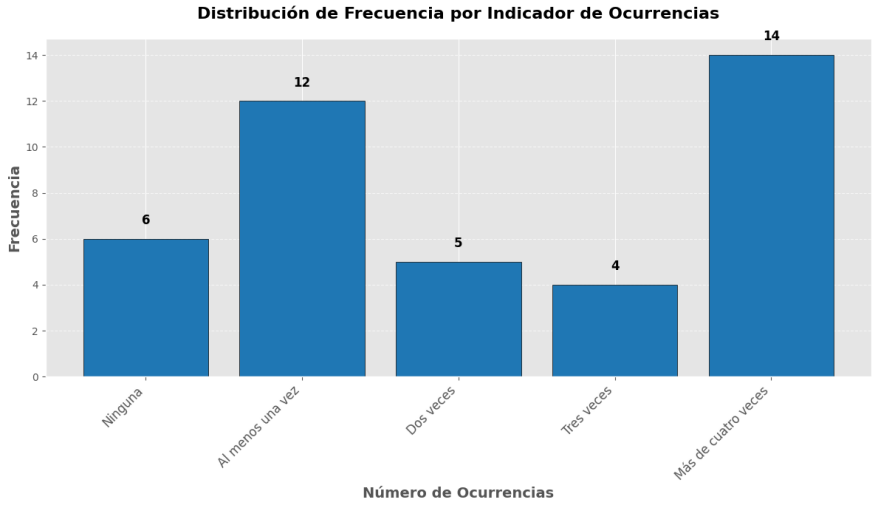


Figura 9. Resultados de la encuesta en la pregunta cinco

Análisis e interpretación:

El análisis de los resultados obtenidos en la quinta pregunta, como se presenta en la Tabla 9, muestra una frecuencia significativa de inconvenientes experimentados por los empleados de ELEPCO S.A. al presentar el informe de cumplimiento de la comisión. Esta tendencia es aún más clara en la Figura 9, donde se observa que más de un tercio de los encuestados reporta problemas recurrentes. Un **34.1% de los encuestados reporta haber tenido inconvenientes más de cuatro veces**, lo que indica que una parte considerable del personal experimenta problemas recurrentes en esta fase del proceso. Esto sugiere una insatisfacción y una percepción negativa hacia el procedimiento actual de presentación de informes. Adicionalmente, un **29.3% de los participantes menciona haber tenido inconvenientes al menos una vez**, lo que refuerza la idea de que los problemas no son aislados, sino que afectan a una gran parte de los empleados. Por otro lado, un **14.6% de los encuestados señala que no ha tenido ningún inconveniente**, lo que, aunque es positivo, representa una minoría en comparación con aquellos que sí han experimentado dificultades. La distribución de las respuestas revela que un **12.2% ha enfrentado problemas en dos ocasiones**

y un **9.8% en tres ocasiones**, indicando que, si bien hay un grupo que ha tenido una experiencia relativamente favorable, la mayoría de los empleados enfrenta desafíos que pueden afectar su percepción sobre la eficacia y la fluidez del proceso de presentación de informes.

Pregunta 6: En tu opinión, ¿cuán satisfactorio es el tiempo de respuesta para la aprobación de solicitudes de viáticos?

Tabla 10. Resultados de la encuesta en la pregunta seis

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Muy satisfactorio	1	2.4%
Satisfactorio	3	7.3%
Normal	8	19.5%
Poco satisfactorio	11	26.8%
Nada satisfactorio	18	43.9%
Suma total	41	100%

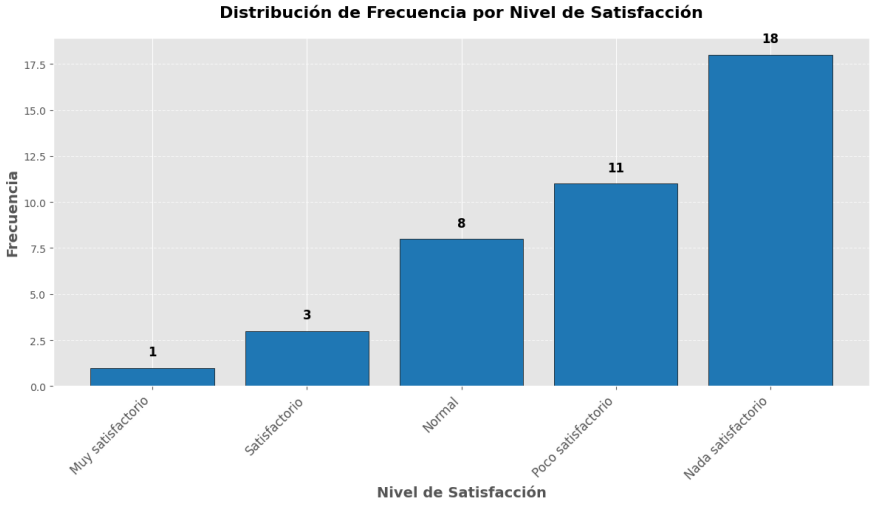


Figura 10. Resultados de la encuesta en la pregunta seis

Análisis e interpretación:

El análisis de los resultados obtenidos en la sexta pregunta, presentado en la Tabla 10, revela una insatisfacción generalizada entre los empleados de ELEPCO S.A. respecto al tiempo de respuesta para la aprobación de solicitudes de viáticos. La Figura 10 muestra visualmente esta tendencia. Solo un **2.4% de los encuestados considera que el tiempo de respuesta es "muy satisfactorio"**, mientras que un **7.3% lo califica como "satisfactorio"**. Esto revela que una proporción mínima de empleados está conforme con el tiempo que se tarda en procesar sus solicitudes. Un **19.5% de los participantes lo considera "normal"**, lo que sugiere que, aunque no están

completamente insatisfechos, tampoco ven un desempeño óptimo en este aspecto. Sin embargo, es alarmante observar que un **26.8% de los encuestados califica el tiempo de respuesta como "poco satisfactorio"**, y un **43.9% lo describe como "nada satisfactorio"**. Esto significa que más de la mitad de los empleados **(70.7%) expresa insatisfacción** con el tiempo que lleva la aprobación de sus solicitudes de viáticos. Estos datos indican una clara insatisfacción general con el proceso actual de aprobación de viáticos, lo que puede ser un factor desmotivador para los empleados. En conclusión, los resultados sugieren la necesidad de revisar y optimizar el proceso de aprobación de solicitudes de viáticos para mejorar la satisfacción de los empleados y, en consecuencia, su experiencia laboral en ELEPCO S.A.

Pregunta 7: ¿Qué tan problemático considera el tiempo que se tarda en realizar el pago de los viáticos correspondientes?

Tabla 11. Resultados de la encuesta en la pregunta siete

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Nada problemático	1	2.4%
Poco problemático	1	2.4%
Neutral	1	2.4%
Problemático	19.5	8%
Muy problemático	30	73.2%
Suma total	41	100%

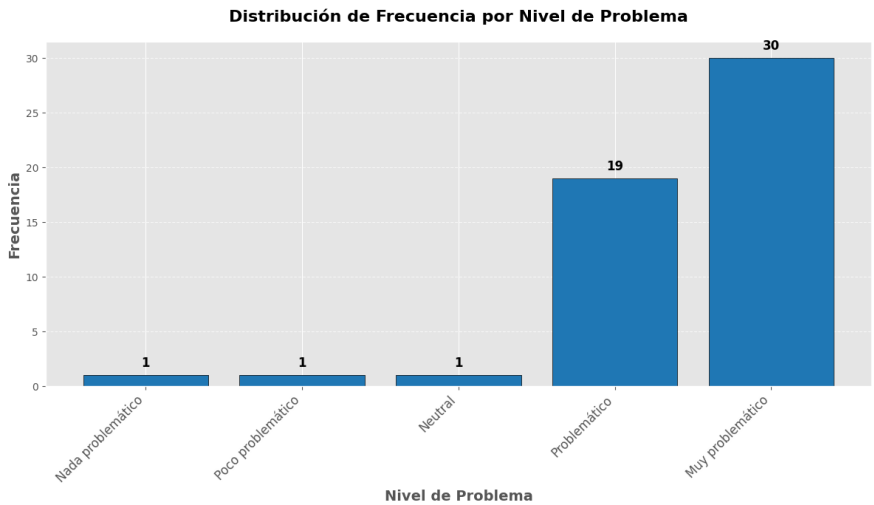


Figura 11. Resultados de la encuesta en la pregunta siete

Análisis e interpretación:

El análisis de los resultados de la séptima pregunta, como se observa en la Tabla 11 y la Figura 11, revela una fuerte insatisfacción entre los empleados de ELEPCO S.A.

respecto al tiempo que se tarda en realizar el pago de los viáticos. Con solo un **2.4% de los encuestados calificando el tiempo como "nada problemático"** y otro **2.4% considerándolo "poco problemático"**, es evidente que la mayoría de los empleados no ve el proceso de pago como eficiente. Un **2.4% adicional optó por una respuesta "neutral"**, lo que sugiere que hay un grupo muy pequeño que no tiene una opinión definida sobre el tema. Sin embargo, la situación se torna más preocupante al observar que un **19.5% de los encuestados considera el proceso "problemático"**, mientras que un abrumador **73.2% lo califica como "muy problemático"**. Esto indica que una gran mayoría de los empleados está profundamente insatisfecha con la duración del proceso de pago de viáticos. El hecho de que más del **92% de los encuestados perciba el tiempo de pago como problemático** subraya la urgencia de abordar este aspecto del sistema de gestión de viáticos. En resumen, los resultados sugieren la necesidad de una revisión inmediata y optimización en el proceso de pago de viáticos para minimizar las demoras y mejorar la experiencia de los empleados en ELEPCO S.A.

Pregunta 8: ¿Considera útil una aplicación web, móvil que le facilite y optimice la gestión de viáticos (Solicitud, aprobación, liquidación y pagos)?

Tabla 12. Resultados de la encuesta en la pregunta ocho

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	32	78%
De acuerdo	5	12.2%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	4.9%
En desacuerdo	1	2.4%
Totalmente en desacuerdo	1	2.4%
Suma total	41	100%

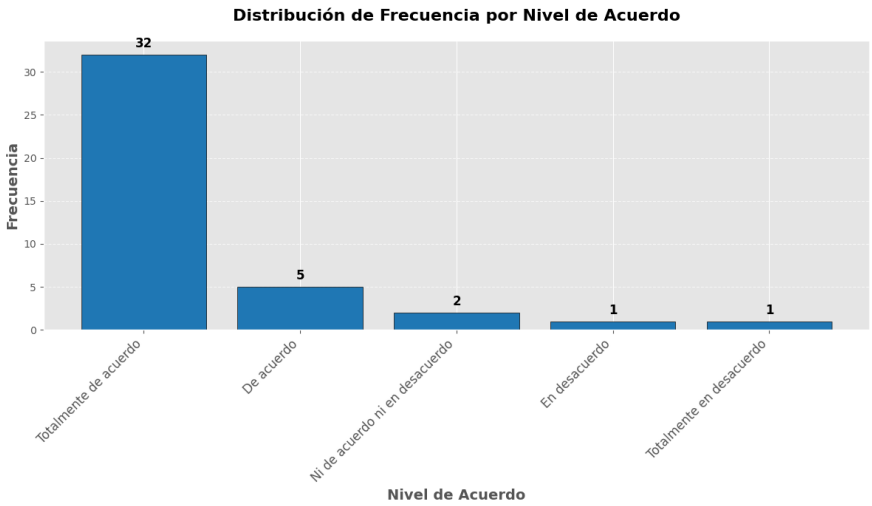


Figura 12. Resultados de la encuesta en la pregunta ocho

Análisis e interpretación:

Los resultados de la pregunta ocho, presentados en la Tabla 12 y la Figura 12, muestran un claro respaldo de los empleados de ELEPCO S.A. hacia la idea de contar con una aplicación web o móvil para optimizar la gestión de viáticos. Con un destacado **78% de los encuestados que se manifiestan "totalmente de acuerdo"** con esta propuesta, se evidencia un claro interés en contar con herramientas tecnológicas que mejoren la eficiencia de estos procesos. Además, un **12.2% de los participantes expresó estar "de acuerdo"** con la utilidad de la aplicación, lo que eleva el porcentaje total de **respuestas positivas a un 90.2%**. Este alto nivel de aceptación sugiere que la mayoría del personal no solo reconoce la necesidad de mejorar la gestión de viáticos, sino que también cree que una solución digital podría abordar de manera efectiva los desafíos existentes. Por otro lado, solo un **4.9% de los encuestados se posicionó en un estado "neutral"**, mientras que un **2.4% expresó desacuerdo, tanto en el sentido de "en desacuerdo" como "totalmente en desacuerdo"**. Estas cifras son mínimas en comparación con el total de respuestas, lo que refuerza la idea de que la mayoría de los empleados ve la aplicación como una solución viable para optimizar el proceso de viáticos. En conclusión, los resultados de esta pregunta subrayan la necesidad y el potencial impacto positivo que podría tener la implementación de una aplicación para la gestión de viáticos en ELEPCO S.A.

Pregunta 9: En qué medida consideras que la implementación del sistema web y móvil para la gestión de viáticos agilizara los procesos para la (Solicitud, aprobación, liquidación y pagos) de viáticos en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.?

Tabla 13. Resultados de la encuesta en la pregunta nueve

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Ayudará significativamente	30	73.2%
Ayudará	5	12.2%
Neutral	4	9.8%
No ayudará mucho	0	0%
No ayudará en absoluto	2	4.9%
Suma total	41	100%

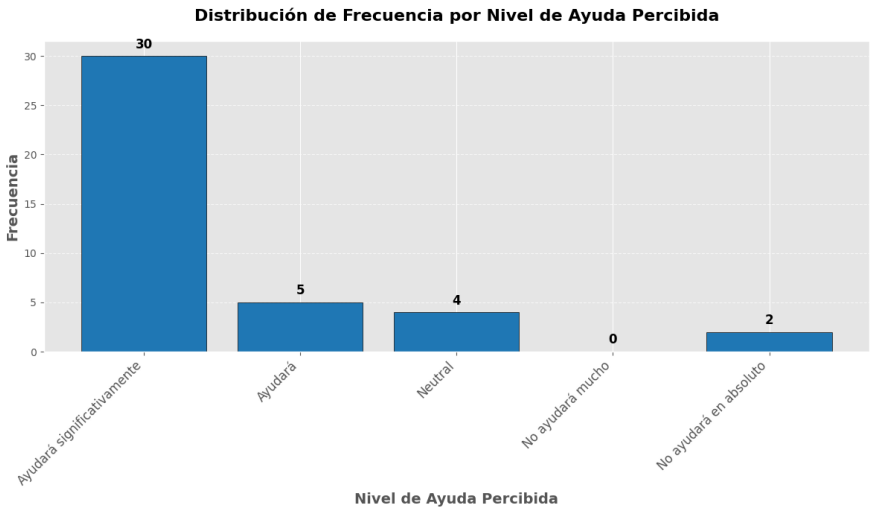


Figura 13. Resultados de la encuesta en la pregunta nueve

Análisis e interpretación:

Los resultados de la pregunta nueve, presentados en la Tabla 13 y la Figura 13, indican un apoyo rotundo a la implementación de un sistema web y móvil para la gestión de viáticos en ELEPCO S.A. Un destacado **73.2% de los encuestados cree que esta herramienta "ayudará significativamente"** a agilizar los procesos de solicitud, aprobación, liquidación y pagos de viáticos. Esta cifra sugiere que existe una fuerte confianza en que la digitalización de estos procedimientos transformará la forma en que se gestionan los viáticos en la organización. Además, un **12.2% de los participantes opina que "ayudará"** a mejorar la eficiencia de estos procesos, lo que eleva el total de **respuestas positivas al 85.4%**. Esto indica un consenso generalizado sobre la capacidad del nuevo sistema para facilitar y optimizar las operaciones relacionadas con viáticos. Por otro lado, solo un **9.8% de los encuestados se mostró "neutral"** respecto a la eficacia del sistema, mientras que un **4.9% consideró que no ayudará en absoluto**, y **ningún participante optó por la opción "no ayudará mucho"**. Estos porcentajes bajos reflejan un escaso escepticismo y una clara expectativa de mejora por parte de la mayoría del personal.

Pregunta 10: Cuál cree que será el impacto principal de implementar soluciones tecnológicas en la gestión de viáticos de la empresa?

Tabla 14. Resultados de la encuesta en la pregunta diez

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Mejora significativa en la eficiencia del tiempo	26	63.4%
Mejora en la precisión de los registros financieros	7	17.1%
Neutral	4	9.8%
Aumento en la complejidad de los procesos	0	0%
Ningún impacto significativo	4	9.8%
Suma total	41	100%

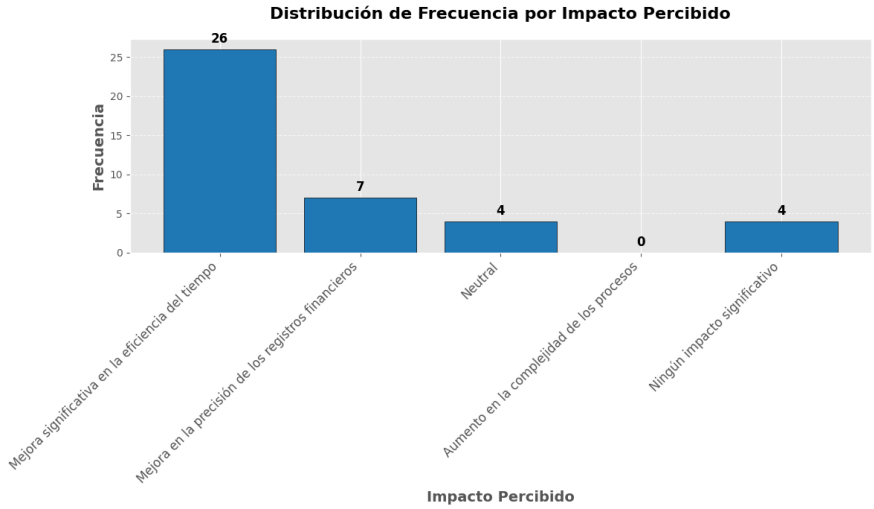


Figura 14. Resultados de la encuesta en la pregunta diez

Análisis e interpretación:

Los resultados de la pregunta diez, mostrados en la Tabla 14 y la Figura 14, revelan las expectativas de los empleados de ELEPCO S.A. sobre el impacto de implementar soluciones tecnológicas en la gestión de viáticos. Un notable **63.4% de los encuestados cree que la implementación de estas tecnologías resultará en una "mejora significativa en la eficiencia del tiempo"**. Esta percepción indica que los empleados anticipan que la digitalización de los procesos reducirá considerablemente el tiempo requerido para gestionar solicitudes, aprobaciones, liquidaciones y pagos de viáticos, lo que podría facilitar una mejor organización y priorización de tareas dentro de la empresa. Por otro lado, un **17.1% de los participantes considera que la tecnología contribuirá a "mejorar la precisión de los registros financieros"**. Este resultado resalta la importancia que los empleados otorgan a la integridad y exactitud de la información financiera, sugiriendo que ven en las soluciones tecnológicas una oportunidad para reducir errores humanos. El **9.8% de los encuestados se mostró**

"**neutral**", mientras que un **9.8% adicional opinó que no habrá un "impacto significativo**". Es relevante mencionar que **no hubo respuestas que sugirieran un "aumento en la complejidad de los procesos**", lo que implica que la mayoría de los empleados confía en que las soluciones tecnológicas simplificarán, en lugar de complicar, la gestión de viáticos.

c. Resultados de las Entrevistas a los Representantes de las Áreas de Dirección de Relaciones Industriales, Finanzas y Tecnologías de la Operación e Información

Según [34] el Análisis Cualitativo Multinivel (ACM) se emplea para interpretar los resultados de investigación, proporcionando un marco estructurado que facilita una evaluación de la información cualitativa recopilada. Este método se desarrolla en tres etapas consecutivas que permiten un análisis profundo y contextualizado de los datos.

En la primera etapa, llamada categorización textual, se realiza una categorización sistemática de las respuestas obtenidas en entrevistas en profundidad. Este proceso implica identificar temas y patrones recurrentes en las declaraciones de los participantes, lo que ayuda a organizar la información de manera clara y coherente.

La segunda etapa, denominada análisis estructural-relacional, se enfoca en explorar las relaciones entre las categorías identificadas. En esta fase, se evalúan las similitudes y diferencias entre las distintas categorías, lo cual es fundamental para descubrir las interconexiones y dinámicas presentes en las respuestas. Este análisis es clave para comprender cómo se relacionan las categorías y cómo se construye el significado en la declaración.

Finalmente, la tercera etapa, conocida como nivel social-hermenéutico, se encarga de interpretar y contextualizar el discurso. En este punto, se busca restituir el significado original de las respuestas en su contexto social y cultural, logrando así una comprensión más detallada y matizada de las percepciones de los participantes. Este enfoque no solo permite identificar patrones significativos, sino que también profundiza en la interpretación de las respuestas, garantizando que la calidad de la información se mantenga a lo largo del proceso de análisis. En conjunto, el ACM se presenta como una herramienta eficaz para integrar análisis cualitativos y cuantitativos, enriqueciendo la interpretación de los fenómenos sociales investigados.

Pregunta 1: ¿Cuál es el proceso actual que siguen los empleados para la solicitud de viaticos?

Tabla 15. Resultados de la entrevista en la pregunta uno

Categoría	Frecuencia
Completar el Anexo 1	3
Revisión y firma del jefe inmediato y director	3
Envío a Finanzas para aprobación	3
Plazo mínimo de 72 horas antes del viaje	2

Análisis e interpretación:

Los resultados obtenidos muestran que el proceso actual para la solicitud de viáticos sigue una estructura clara, destacando **cuatro etapas clave**: **completar el Anexo 1**, la **revisión y firma del jefe inmediato y del director**, el **envío a Finanzas para su aprobación**, y el cumplimiento de un **plazo mínimo de 72 horas antes del viaje**. Todos los entrevistados coinciden en que los **tres primeros pasos son fundamentales** y se siguen de manera uniforme en sus áreas, lo que refleja una **buena estandarización del proceso** dentro de la organización. Sin embargo, el plazo mínimo de 72 horas antes del viaje es mencionado solo por **dos de los tres entrevistados**, lo que sugiere que este requisito no siempre es aplicado o percibido de la misma manera en todos los departamentos. Esta **falta de consenso** sobre los plazos puede generar situaciones en las que no se cumpla con el tiempo necesario para la **correcta tramitación de los viáticos**, afectando la **planificación y ejecución de los viajes**.

Pregunta 2: ¿Cuáles son los requisitos de información o documentos necesarios para llevar a cabo el proceso de viáticos?

Tabla 16. Resultados de la entrevista en la pregunta dos

Categoría	Frecuencia
Anexo 1 (Solicitud de viáticos)	3
Datos bancarios	3
Facturas y notas de venta	3
Plan de itinerario	3

Análisis e interpretación:

Los resultados de la segunda pregunta revelan que los **requisitos de información y documentos** para el proceso de viáticos están **bien definidos y consistentes** entre los entrevistados. Todos coinciden en que se requieren **cuatro elementos esenciales**: el **Anexo 1 (Solicitud de viáticos)**, los **datos bancarios**, las **facturas o notas de venta**, y el **plan de itinerario**. La **unanimidad en las respuestas** sugiere que existe

un **claro entendimiento y alineación** en cuanto a los documentos necesarios para tramitar los viáticos, lo cual es un **indicador positivo** de que el proceso documental está **estandarizado y bien comunicado** en todas las áreas. Esta **coherencia en la documentación requerida** refleja un sistema que facilita la **recopilación y validación de la información**, minimizando posibles errores o retrasos debido a la falta de requisitos. La inclusión del **plan de itinerario** también destaca la **importancia de una planificación detallada** de los viajes, lo que sugiere que la organización valora tanto la **estructura previa** como la **documentación de respaldo** para una gestión eficiente de los viáticos.

Pregunta 3: ¿Cuál es el proceso actual que siguen para registrar y recibir los pagos de viáticos?

Tabla 17. Resultados de la entrevista en la pregunta tres

Categoría	Frecuencia
Registro en Excel	3
Envío de información al SPI	3
Pagos tres veces al día	2
Retrasos en pagos	3

Análisis e interpretación:

Los resultados de la tercera pregunta indican que el proceso actual para **registrar y recibir los pagos de viáticos** está compuesto por **cuatro componentes clave**. En primer lugar, todos los entrevistados coinciden en que el **registro se realiza a través de Excel** y que la información se **envía al Sistema de Pago Interbancario (SPI)**, lo que sugiere que hay un **sistema establecido** para el manejo de las solicitudes de viáticos. La utilización de Excel puede ser tanto un **punto fuerte**, por su accesibilidad y familiaridad, como una **debilidad**, debido a su potencial para **errores manuales** y la falta de automatización. La **frecuencia de los pagos**, que se menciona que ocurre hasta **tres veces al día**, es un aspecto positivo que refleja una **intención de eficiencia** en la gestión de viáticos. Sin embargo, la mención de **"retrasos en pagos"** por parte de todos los entrevistados destaca un **área crítica de mejora** en el proceso. Este aspecto puede generar **insatisfacción y frustración** entre los empleados, afectando la moral y la confianza en el sistema. En resumen, aunque el proceso de registro y pago de viáticos parece estar **bien estructurado** con un sistema de **frecuencia de pagos**, los **retrasos identificados** representan un **desafío significativo** que debe abordarse para mejorar la eficiencia y la satisfacción del personal en relación con la gestión de viáticos. Se sugiere

que una **revisión de los pasos** y la **implementación de un sistema automatizado** podrían ayudar a mitigar estos retrasos y optimizar el proceso en general.

Pregunta 4: ¿De qué manera validan y verifican las facturas o notas de ventas de una solicitud de viático?

Tabla 18. Resultados de la entrevista en la pregunta cuatro

Categoría	Frecuencia
Validación en el portal del SRI	2
Verificación de consistencia de datos	3
Errores en notas de venta	2

Análisis e interpretación:

Los resultados de la cuarta pregunta revelan los **métodos utilizados** para **validar y verificar** las facturas o notas de ventas en las solicitudes de viáticos. La **mayoría de los entrevistados** destacan la **verificación de consistencia de datos** como un paso fundamental en el proceso. Esto sugiere un **enfoque proactivo** para asegurar que la información presentada sea **precisa y coherente**, lo que no solo contribuye a la **transparencia del proceso**, sino que también **minimiza el riesgo de errores** que podrían retrasar los pagos. Además, la **validación en el portal del SRI** es mencionada por dos de los entrevistados como un **método crucial** para asegurar la **autenticidad de las facturas**. Este proceso resalta la importancia de adherirse a las **normativas fiscales** y garantizar que los documentos cumplan con los **requisitos legales**, lo que proporciona una **base sólida** para la gestión de viáticos. Sin embargo, la referencia a **errores en notas de venta** por parte de dos de los entrevistados indica un **área de mejora significativa**. Estos errores pueden afectar la **fluidez del proceso de aprobación** y, potencialmente, retrasar el acceso de los empleados a los viáticos. La identificación de este problema subraya la necesidad de una **revisión más cuidadosa** de la documentación antes de su presentación, así como la posibilidad de implementar **capacitaciones específicas** para el personal encargado de la validación.

Pregunta 5: ¿Qué problemas o inconvenientes han tenido con el proceso actual de gestión de viáticos?

Tabla 19. Resultados de la entrevista en la pregunta cinco

Categoría	Frecuencia
Falta de claridad en requisitos	3
Retrasos en pagos	3
Errores de documentación	3
Descoordinación entre áreas	2

Análisis e interpretación:

Los resultados de la quinta pregunta evidencian varios **problemas** en el proceso actual de gestión de viáticos, resaltando **áreas críticas** que requieren atención. La **falta de claridad en los requisitos** se menciona como un inconveniente por parte de tres de los entrevistados, indicando que no todos los empleados tienen una comprensión precisa de la documentación y procedimientos necesarios para la solicitud de viáticos. Esta **ambigüedad** puede dar lugar a confusiones y errores, lo que a su vez repercute negativamente en la **eficiencia del proceso**. Los **retrasos en los pagos**, también citados por tres entrevistados, son otro problema importante que afecta la **satisfacción del personal**. Estos retrasos pueden generar **frustración** entre los empleados que dependen de los viáticos para cubrir gastos relacionados con viajes, lo que puede impactar en la **moral y el compromiso del equipo**. Es crucial identificar las **causas subyacentes** de estos retrasos para implementar soluciones efectivas. Además, los **errores de documentación**, mencionados por tres de los entrevistados, reflejan una preocupación similar a la falta de claridad en los requisitos. Esto sugiere que es necesario mejorar la **capacitación sobre la correcta presentación** de documentos y la **revisión cuidadosa** de las solicitudes antes de su envío. Finalmente, la **descoordinación entre áreas**, identificada por dos entrevistados, sugiere que la **comunicación y colaboración** entre los departamentos involucrados en el proceso de gestión de viáticos podría ser ineficiente. La falta de alineación entre las áreas puede agravar los problemas mencionados anteriormente, por lo que es necesario adoptar un enfoque más colaborativo para mejorar la fluidez del proceso. En resumen, aunque el proceso de gestión de viáticos es funcional, los problemas identificados resaltan la necesidad de implementar medidas que clarifiquen los requisitos, reduzcan los retrasos en los pagos y optimicen la comunicación entre las áreas involucradas. Abordar estas inquietudes no solo optimizará el proceso, sino que también aumentará la **satisfacción del personal** y la **eficacia en la gestión de recursos**.

Pregunta 6: ¿Cómo manejan la información de una gestión de viáticos (solicitudes, evidencias, pagos y reposición de fondos)?

Tabla 20. Resultados de la entrevista en la pregunta seis

Categoría	Frecuencia
Gestión manual con documentos físicos	3
Uso de hojas de cálculo	3
Necesidad de un sistema digital	3

Análisis e interpretación:

Los resultados de la sexta pregunta revelan la manera en que se gestiona actualmente la información relacionada con la gestión de viáticos, y destacan **áreas clave** que pueden beneficiarse de **mejoras significativas**. La **gestión manual con documentos físicos**, mencionada por los tres entrevistados, indica que el proceso actual es mayoritariamente **analógico**. Este enfoque puede resultar en una serie de desventajas, incluyendo el **riesgo de pérdida de documentos**, **dificultades para acceder a la información** de manera rápida y eficiente, así como la posibilidad de **errores humanos** en la manipulación de la documentación. El **uso de hojas de cálculo**, también señalado por todos los entrevistados, sugiere que, aunque se está adoptando un enfoque más digital, la **dependencia de estas herramientas básicas** puede limitar la capacidad de llevar un control efectivo y sistemático de las solicitudes, evidencias y pagos. Las hojas de cálculo son útiles para la organización, pero carecen de las **funcionalidades integradas** que un sistema especializado podría ofrecer, como la **automatización de procesos** y la **integración de datos**. La **necesidad de un sistema digital**, mencionada por los tres participantes, resalta un **consenso claro** sobre la urgencia de **modernizar el proceso**. La implementación de un sistema digitalizado podría **optimizar la gestión de viáticos** al facilitar el acceso a la información, reducir el riesgo de errores y mejorar la **trazabilidad de los procesos**. Además, un sistema adecuado podría permitir una mejor visualización de los datos, mejorar la **comunicación entre las áreas involucradas** y proporcionar **informes más precisos y en tiempo real**. En conclusión, la gestión actual de la información relacionada con viáticos muestra una **dependencia significativa** de métodos manuales y herramientas básicas, lo que limita la **eficacia del proceso**. La identificación de la necesidad de un sistema digital indica una **oportunidad valiosa** para la organización, sugiriendo que la **inversión en tecnología** podría transformar la manera en que se gestionan los viáticos, aumentando la **eficiencia**, la **precisión** y, en última instancia, la **satisfacción del personal involucrado**.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

El análisis de los datos obtenidos de las entrevistas y las encuestas culmina en la definición de los *requerimientos del software*, tanto *funcionales* como *no funcionales*. La información derivada de estas interacciones será estructurada y categorizada de acuerdo con los *procesos de gestión de viáticos* en la empresa *ELEPCO S.A.* Este proceso permitirá identificar tendencias y necesidades recurrentes, facilitando así la formulación de un conjunto completo de especificaciones para el desarrollo del software.

Los principales procesos que se automatizarán en el sistema de gestión de viáticos abarcan varias etapas críticas que actualmente se llevan a cabo de manera manual o semiautomática. Estos procesos incluyen:

- **Solicitud de viáticos**: Este proceso implica que los empleados completen un formulario de solicitud, que debe ser revisado y aprobado por sus superiores. La automatización permitirá que este formulario sea accesible en línea, facilitando su llenado y envío, así como el *seguimiento del estado de la solicitud*.

- **Revisión y aprobación de viáticos**: Una vez que se presenta la solicitud, debe ser revisada y firmada por el jefe inmediato y el director. Con la implementación de un sistema automatizado, se podrá establecer un *flujo de trabajo* que notifique a los responsables sobre las solicitudes pendientes, agilizando así el *proceso de aprobación*.

- **Validación de comprobantes**: La validación de los comprobantes de gastos es un paso crucial para asegurar que los viáticos se utilicen de manera adecuada. La automatización permitirá la *digitalización de los comprobantes*, facilitando su revisión y asegurando que cumplan con los requisitos establecidos.

- **Asignación de fondos**: Este proceso implica la distribución de los recursos financieros necesarios para cubrir los viáticos aprobados. Un sistema automatizado podrá gestionar la asignación de fondos de manera más eficiente, asegurando que los recursos estén disponibles cuando se necesiten.

- **Presentación de informe de cumplimiento**: La capacidad de presentar informes de cumplimiento precisos y en tiempo real es fundamental para la toma de decisiones informadas. La automatización permitirá la creación de informes que integren toda la información relacionada con los viáticos, facilitando el *análisis de gastos* y la identificación de tendencias.

Para la estructuración de estos requerimientos, se utilizó el formato estándar *IEEE Std 830-1998*, que establece las pautas para la *especificación de requisitos de software*. Este formato se detalla en el Anexo D, donde se puede encontrar la documentación completa de los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

La implementación de estas mejoras a través de la automatización no solo optimizará los procesos, sino que también mejorará la precisión y seguridad en el manejo de la información. Esto reducirá los tiempos de respuesta en cada etapa del proceso, lo que a su vez facilitará la toma de decisiones y aumentará la satisfacción del personal. Además, al eliminar la dependencia de métodos manuales y herramientas básicas, se minimizarán los errores de tipeo y se mejorará la trazabilidad de las solicitudes y gastos, contribuyendo a una gestión más eficiente de los recursos financieros destinados a viáticos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y selección de herramientas de desarrollo

La selección de tecnologías para el desarrollo del software de gestión de viáticos se fundamenta en el *documento de aceptación de tecnologías y restricciones técnicas* formalizado en el Anexo E. Este documento, desarrollado a partir del *levantamiento de requerimientos* Anexo D, establece los lineamientos y especificaciones que aseguran la coherencia con los objetivos estratégicos de la organización y orientan el desarrollo hacia la calidad y funcionalidad esperadas en el producto final. La elección de cada herramienta responde no solo a la necesidad de satisfacer los requisitos técnicos establecidos, sino también a asegurar altos estándares de rendimiento, seguridad y escalabilidad. Este enfoque permite que el sistema se desarrolle de manera efectiva, cumpliendo con los estándares requeridos y promoviendo la eficiencia operativa, tal como se establece en el acuerdo de aceptación.

3.1.1 Análisis de herramientas identificadas

El análisis presenta las *herramientas identificadas* para el desarrollo del software de gestión de viáticos. Se abordarán las tecnologías utilizadas en las diferentes capas del sistema, incluyendo la base de datos, el backend, el frontend y el servidor de aplicaciones. Adicionalmente, se realizará un *análisis comparativo de herramientas de reconocimiento óptico de caracteres (OCR)*. Este documento busca proporcionar una visión integral que facilite la toma de decisiones en el desarrollo del software.

a. Base de Datos - DB2 AS400 de IBM

La base de datos IBM Db2 for i (también conocida como DB2 AS400) ha sido elegida como el sistema de gestión de datos estructurados para la empresa debido a sus capacidades avanzadas para gestionar grandes volúmenes de datos financieros y operativos de manera eficiente y segura. Diseñada específicamente para entornos empresariales de alta exigencia, esta tecnología es reconocida por su robustez y escalabilidad, lo que permite a las organizaciones mantener la integridad y disponibilidad de la información, incluso ante demandas crecientes y cargas de trabajo

pesadas. Además, IBM Db2 for i ofrece una integración fluida con el entorno de aplicaciones de IBM y otros sistemas empresariales, facilitando la interoperabilidad y ampliando las posibilidades de análisis y consulta avanzada de datos. Para comprender mejor estas características, se puede consultar la Tabla 21, que detalla las funcionalidades y ventajas de este sistema, lo cual respalda la toma de decisiones informadas al ofrecer información procesada en tiempo real y accesible en todo momento, fundamental en la gestión de datos empresariales críticos [26].

Tabla 21. Características de DB2 AS400

Características	**Descripción**
Funcionalidad y Características	Almacenamiento estructurado de datos, gestión de grandes volúmenes de datos
Compatibilidad	Compatible con otros sistemas de IBM, Windows y Linux
Capacidades específicas	Manejo de datos financieros y operativos
Automatización	Optimización de consultas y transacciones automáticas
Integraciones	Integración con sistemas empresariales
Flexibilidad y personalización	Adaptación a necesidades empresariales complejas
Interfaz de Usuario (UI) y Experiencia de Usuario (UX)	Interfaz administrativa accesible para personal especializado
Costo y Modelo de Precios	Costo de licencia anual
Rendimiento y Eficiencia	Alta estabilidad y velocidad
Seguridad y Cumplimiento	Encriptación avanzada y auditorías
Soporte y Servicio al Cliente	Soporte 24/7 con IBM
Escalabilidad y Flexibilidad	Escalabilidad en datos y uso

a base de datos IBM Db2 AS400 ofrece una solución robusta, confiable y segura para la gestión de grandes volúmenes de datos, asegurando que se cumplan los requisitos de disponibilidad y eficiencia que demanda la organización. Su capacidad para manejar datos financieros y operativos de manera efectiva la convierte en una elección ideal para entornos empresariales. Para facilitar la interacción y el manejo de esta base de datos, se utilizará DBeaver, una herramienta de gestión de bases de datos de código abierto que permite conectarse, administrar y consultar datos en Db2 de manera intuitiva y eficiente, potenciando así la productividad del equipo de desarrollo y administración de datosDBeaver [35].

b. Backend - Java 1.8 con Spring Boot y Maven

El backend de la aplicación será utilizando Java 1.8, en combinación con Spring Boot y Maven, lo que garantiza una arquitectura escalable y ágil. Esta configuración permite la integración de microservicios, facilitando así la interoperabilidad con otros sistemas empresariales. La Tabla 22 proporciona un resumen detallado de las características y beneficios de esta tecnología, destacando su capacidad para soportar un entorno de desarrollo dinámico y flexible, esencial para satisfacer las necesidades cambiantes de la organización [27].

Tabla 22. Características de Spring Boot

Características	**Descripción**
Funcionalidad y Características	Desarrollo de microservicios, gestión de API
Compatibilidad	Compatible con otros sistemas basados en Java
Capacidades específicas	Implementación de arquitectura RESTful
Automatización	Automatización de compilaciones y despliegues con Maven
Integraciones	Integración con bases de datos y aplicaciones
Flexibilidad y personalización	Gran personalización en la configuración de API
Interfaz de Usuario (UI) y Experiencia de Usuario (UX)	Utilizable principalmente a nivel de backend y sistemas integrados
Costo y Modelo de Precios	Código abierto, sin costo de licencia
Rendimiento y Eficiencia	Eficiente en tiempo de respuesta y carga de trabajo
Seguridad y Cumplimiento	Uso de tokens de seguridad
Soporte y Servicio al Cliente	Soporte en comunidad de Java y Spring
Escalabilidad y Flexibilidad	Escalable en funciones y microservicios

El backend, construido sobre Java, Spring Boot y Maven, ofrece una estructura modular y altamente escalable, lo que lo convierte en una solución ideal para el desarrollo de aplicaciones empresariales y microservicios. Esta arquitectura no solo facilita la implementación de nuevas funcionalidades de manera ágil, sino que también garantiza un rendimiento óptimo en entornos de alta demanda, permitiendo a las organizaciones adaptarse rápidamente a las necesidades del mercado y a los cambios en las condiciones operativas.

c. Servidor de Aplicaciones - WildFly

WildFly ha sido seleccionado como el servidor de aplicaciones debido a su notable estabilidad y flexibilidad, lo que lo convierte en una opción ideal para el soporte de aplicaciones empresariales complejas y de alto tráfico. Su arquitectura modular permite una fácil personalización y escalabilidad, lo que facilita la adaptación a las necesidades cambiantes del negocio. Además, WildFly es capaz de gestionar múltiples aplicaciones simultáneamente, garantizando un rendimiento óptimo incluso en situaciones de alta demanda. Esta robustez y versatilidad aseguran que las organizaciones puedan implementar soluciones efectivas y eficientes en un entorno competitivo [30].

Se puede consultar la Tabla 23 para más detalles sobre las características específicas de WildFly en comparación con otros servidores de aplicaciones.

Tabla 23. Características de WildFly

Características	**Descripción**
Funcionalidad y Características	Hospedaje de API y microservicios
Compatibilidad	Compatible con sistemas de microservicios
Capacidades específicas	Gestión avanzada de servidores
Automatización	Configuración y despliegue automatizado
Integraciones	Integración con bases de datos y aplicaciones empresariales
Flexibilidad y personalización	Adaptación de configuraciones avanzadas
Interfaz de Usuario (UI) y Experiencia de Usuario (UX)	Interfaz de administración accesible
Costo y Modelo de Precios	Software de código abierto
Rendimiento y Eficiencia	Excelente en estabilidad y tiempo de actividad
Seguridad y Cumplimiento	Soporte de protocolos de seguridad avanzada
Soporte y Servicio al Cliente	Comunidad activa de soporte
Escalabilidad y Flexibilidad	Escalable para alta demanda

WildFly se adapta eficientemente a configuraciones avanzadas, ofreciendo una escalabilidad excepcional y robustas medidas de seguridad. Su arquitectura modular permite optimizar el rendimiento y garantizar la integridad de los datos, lo que lo convierte en una opción preferida para organizaciones que buscan implementar soluciones tecnológicas de alto nivel.

d. Framework de Frontend - Flutter

Flutter ha sido seleccionado como el framework para el desarrollo de la interfaz de usuario debido a su capacidad para crear aplicaciones multiplataforma altamente eficientes. Este enfoque permite desplegar una única base de código en múltiples entornos, incluidos Android, Web y, en un futuro, iOS. Al optimizar los recursos de desarrollo y garantizar una experiencia de usuario consistente, Flutter se posiciona como una solución ideal para proyectos que requieren versatilidad y rendimiento. Su arquitectura basada en widgets nativos asegura un renderizado fluido y rápido [15]. Para más detalles sobre las características de Flutter, consulte la Tabla 24.

Tabla 24. Características de Flutter

Características	**Descripción**
Funcionalidad y Características	Desarrollo multiplataforma con widgets nativos y soporte para gráficos personalizados
Compatibilidad	Compatible con dispositivos Android, iOS y Web
Capacidades específicas	Renderizado nativo de widgets, soporte para animaciones avanzadas y gráficos personalizados
Automatización	Herramientas de automatización para compilación y despliegue en múltiples plataformas
Integraciones	Integración con APIs RESTful, bases de datos en tiempo real y múltiples servicios externos
Flexibilidad y personalización	Alto nivel de personalización en la interfaz mediante widgets propios de Flutter
Interfaz de Usuario (UI) y Experiencia de Usuario (UX)	Diseño intuitivo y optimizado, con soporte para interacciones fluidas y animaciones
Costo y Modelo de Precios	Open-source, sin costos asociados
Rendimiento y Eficiencia	Excelente rendimiento gracias a su motor de renderizado nativo, optimización para dispositivos móviles
Seguridad y Cumplimiento	Soporte para medidas de seguridad integradas como autenticación y cifrado en las APIs
Soporte y Servicio al Cliente	Amplia documentación oficial y una comunidad activa para resolución de dudas
Escalabilidad y Flexibilidad	Soporte para aplicaciones pequeñas y grandes, adaptabilidad a las necesidades del proyecto

Flutter se distingue por su habilidad para unificar el desarrollo multiplataforma, lo que no solo reduce significativamente los costos y tiempos de desarrollo, sino que también garantiza una experiencia de usuario enriquecedora y coherente en todas las plataformas. Esta sinergia entre eficiencia y calidad en la interfaz de usuario permite a las empresas adaptarse rápidamente a las demandas del mercado y proporcionar aplicaciones que satisfacen las expectativas de los usuarios en diversos dispositivos.

e. Servidor Web - NGINX

NGINX se ha seleccionado como el servidor web para el despliegue de aplicaciones, valorado por su eficiencia en la gestión de solicitudes y su capacidad para manejar alto tráfico con baja latencia. Esta herramienta es reconocida por su arquitectura de procesamiento de eventos, que le permite manejar múltiples conexiones simultáneamente, garantizando así un rendimiento óptimo [29]. Además, su compatibilidad con Debian como sistema operativo base asegura una integración fluida y maximiza el rendimiento en el entorno de producción. La versatilidad de NGINX también se refleja en las características presentadas en la Tabla 25.

Tabla 25. Características de NGINX

Características	**Descripción**
Funcionalidad y Características	Enrutamiento de solicitudes HTTP, balanceo de carga
Compatibilidad	Compatible con múltiples entornos Linux, incluyendo Debian
Capacidades específicas	Administración avanzada de tráfico, manejo de sesiones
Automatización	Configuraciones automáticas para manejo de tráfico
Integraciones	Integración con servidores de aplicaciones y bases de datos
Flexibilidad y personalización	Alta capacidad de personalización en configuraciones
Interfaz de Usuario (UI) y Experiencia de Usuario (UX)	Configuración basada en CLI, amigable para administradores
Costo y Modelo de Precios	Código abierto, sin costos adicionales
Rendimiento y Eficiencia	Alta eficiencia en la gestión de carga
Seguridad y Cumplimiento	Opciones de configuración SSL/TLS y medidas de seguridad
Soporte y Servicio al Cliente	Amplia documentación y soporte en comunidades
Escalabilidad y Flexibilidad	Soporte para escalabilidad horizontal

NGINX se distingue por su capacidad para adaptarse a configuraciones avanzadas, asegurando no solo un alto rendimiento, sino también una sólida seguridad para las aplicaciones desplegadas. Su flexibilidad y escalabilidad lo convierten en una solución eficaz para afrontar las crecientes demandas del tráfico web y asegurar una experiencia de usuario de calidad.

f. Sistema Operativo - Debian

Debian se utiliza como sistema operativo base en el servidor de despliegue, seleccionado por su estabilidad, seguridad y su amplia comunidad de soporte. Reconocido por su compromiso con la libertad del software, Debian proporciona un entorno robusto que es ideal para aplicaciones empresariales críticas. Su estructura de gestión de paquetes APT permite una administración eficiente de dependencias y actualizaciones, facilitando así la implementación y el mantenimiento continuo de las aplicaciones [36]. Las características comparativas de Debian también se destacan en la Tabla 26, que resalta sus capacidades en términos de seguridad y rendimiento.

Tabla 26. Características de Debian

Características	**Descripción**
Funcionalidad y Características	Sistema operativo para servidores, soporte de múltiples arquitecturas
Compatibilidad	Altamente compatible con servidores y software de código abierto
Capacidades específicas	Gestión de procesos, soporte de múltiples aplicaciones y servicios
Automatización	Permite automatización en actualizaciones y administración de dependencias
Integraciones	Compatible con herramientas de desarrollo como NGINX, Java, y PostgreSQL
Flexibilidad y personalización	Alta personalización y configuración a nivel de servidor
Interfaz de Usuario (UI) y Experiencia de Usuario (UX)	CLI avanzado para administración de sistema
Costo y Modelo de Precios	Código abierto, gratuito
Rendimiento y Eficiencia	Alto rendimiento y eficiencia en servidores
Seguridad y Cumplimiento	Soporte de paquetes de seguridad, alineación con estándares
Soporte y Servicio al Cliente	Amplia comunidad, documentación y soporte en línea
Escalabilidad y Flexibilidad	Soporte para múltiples servidores y nodos

Debian se caracteriza por su capacidad para adaptarse a diversas configuraciones, lo que lo convierte en una opción confiable para servidores de alto rendimiento. Su sólida arquitectura y la gestión eficiente de paquetes garantizan que las aplicaciones funcionen de manera óptima y segura.

g. Reportes - BIRT Report

BIRT Report se ha seleccionado como herramienta de generación de informes debido a su capacidad para crear informes visuales e interactivos basados en datos empresariales. Esta herramienta de código abierto permite a los desarrolladores diseñar informes personalizados que se integran fácilmente con aplicaciones Java y proporciona una interfaz intuitiva para el diseño de informes. Con BIRT, las organizaciones pueden obtener información crítica de manera efectiva y presentar datos de manera comprensible y atractiva [37]. Las características de BIRT también se resaltan en la Tabla 27, donde se detallan sus capacidades en términos de integración y personalización.

Tabla 27. Características de BIRT Report

Características	**Descripción**
Funcionalidad y Características	Generación de informes visuales e interactivos basados en datos
Compatibilidad	Compatible con aplicaciones Java y bases de datos populares
Capacidades específicas	Soporte para múltiples fuentes de datos, incluyendo SQL y NoSQL
Automatización	Opciones de exportación automatizada de informes en múltiples formatos
Integraciones	Integración con sistemas de bases de datos y aplicaciones empresariales
Flexibilidad y personalización	Herramientas de diseño personalizables para la creación de informes a medida
Interfaz de Usuario (UI) y Experiencia de Usuario (UX)	Interfaz intuitiva para diseñadores y desarrolladores
Costo y Modelo de Precios	Código abierto, sin costo de licencia
Rendimiento y Eficiencia	Alta eficiencia en la generación de informes detallados
Seguridad y Cumplimiento	Capacidad para gestionar informes con datos confidenciales de manera segura
Soporte y Servicio al Cliente	Amplia comunidad de usuarios y documentación disponible
Escalabilidad y Flexibilidad	Adaptabilidad en proyectos de diferentes escalas

BIRT Report se destaca por su capacidad de personalización y su facilidad de integración con aplicaciones empresariales, lo que permite a las organizaciones generar informes que se adaptan a sus necesidades específicas. Su enfoque en la visualización de datos asegura que la información sea accesible y comprensible para todos los usuarios, mejorando así la toma de decisiones informadas.

h. Análisis y selección comparativa de herramientas OCR

OCR es una tecnología esencial en sistemas que requieren la conversión automática de imágenes de texto impreso o manuscrito a datos digitales editables y procesables. Dada su flexibilidad y su capacidad para integrarse en diversas aplicaciones, existen numerosas herramientas OCR con características especializadas que pueden ajustarse a distintos contextos de uso, desde proyectos de digitalización masiva hasta aplicaciones empresariales o soluciones en la nube. La tabla 28 presenta una comparación de las herramientas OCR, destacando sus características clave para facilitar la selección de la opción se adapte a los requisitos del proyecto.

- ***Tesseract.*** Tesseract es uno de los motores OCR de código abierto más avanzados, fue desarrollado originalmente por Hewlett-Packard. Desde 2006, Google se encarga de su mantenimiento, mejorando continuamente su precisión y flexibilidad para el reconocimiento de caracteres en múltiples idiomas. Esta herramienta es especialmente utilizada en proyectos de digitalización y transcripción de textos antiguos, así como en soluciones empresariales que requieren procesar grandes volúmenes de documentos escaneados. Su capacidad de adaptación a diversos idiomas y la posibilidad de ser entrenada para reconocer símbolos personalizados hacen de Tesseract una opción destacada en aplicaciones multilingües y proyectos de investigación [6].

- ***Ocrad.*** Ocrad es una herramienta OCR ligera desarrollada bajo licencia GPL y enfocada en el entorno Unix, que ha sido favorecida por su simplicidad y facilidad de uso en aplicaciones académicas y proyectos de software libre. Creada para facilitar el reconocimiento de caracteres en textos en alfabetos latinos, Ocrad ha sido usada ampliamente en sistemas de automatización y digitalización básica de documentos, sin requerir grandes capacidades de procesamiento. Es una herramienta básica en comparación con otros sistemas avanzados, su implementación abierta permite adaptarla para aplicaciones que no demandan una precisión multilingüe compleja [38].

- ***GOCR.*** GOCR, desarrollado como proyecto de software libre, es una herramienta OCR versátil que permite una implementación sencilla sin necesidad de configuraciones avanzadas o entrenamiento extenso de datos. Popular en entornos educativos y en proyectos de digitalización en los que se requiere un procesamiento rápido y básico, GOCR ha sido valorada por su facilidad de uso y adaptabilidad en distintos sistemas operativos. Gracias a su compatibilidad multiplataforma y la posibilidad de integrar una interfaz gráfica, es utilizada en pequeñas empresas y proyectos de archivo para digitalizar documentos sencillos [38].

- ***OCRopus.*** OCRopus fue creado inicialmente por el Instituto de Ciencias de la Información Max Planck, en colaboración con Google, para satisfacer las necesidades de proyectos de digitalización a gran escala, como Google Books. Este motor OCR ha sido optimizado para procesar textos en sistemas Linux y UNIX y es altamente apreciado en contextos donde se requiere un alto grado de personalización, ya que permite el entrenamiento de modelos específicos y optimizaciones de GPU. Es una opción popular en la investigación de tecnologías de reconocimiento de texto y en bibliotecas que digitalizan grandes cantidades de contenido [39].

- ***Cuneiform.*** Originalmente desarrollado en Rusia, Cuneiform es una herramienta OCR que se ha adaptado a diversos sistemas operativos y aplicaciones empresariales. Al ser freeware, se ha popularizado en proyectos que requieren digitalizar documentos multilingües y en aquellos que necesitan reconocer la estructura de tablas y formularios en documentos. Su capacidad de detectar idiomas complejos y mezclados lo hace ideal para aplicaciones gubernamentales y empresariales en entornos internacionales [38].

- ***Calamari.*** Calamari es una herramienta OCR moderna y de código abierto que ha surgido como alternativa para aplicaciones que requieren reconocimiento de texto altamente preciso. Utilizada en investigación académica y en proyectos que emplean aprendizaje profundo, esta herramienta es valorada por su flexibilidad para entrenar modelos específicos y aumentar su precisión mediante métodos como la votación cruzada. Su diseño modular permite integrar algoritmos avanzados, lo que la convierte en una opción óptima para laboratorios de investigación y empresas de tecnología [40].

- ***Google Vision OCR.*** Google Vision OCR es una solución de OCR comercial integrada dentro de la plataforma Google Cloud, creada para satisfacer las necesidades

de precisión y velocidad en aplicaciones empresariales y de inteligencia artificial. Debido a su capacidad de procesamiento en la nube, es ampliamente utilizada en sectores como la atención médica, la banca y el comercio minorista, donde la digitalización de documentos es fundamental. Su alto nivel de precisión en la detección de caracteres complejos y multilingües lo convierte en una opción destacada para empresas que requieren un servicio confiable y escalable [6].

- ***ABBYY FineReader.*** ABBYY FineReader, desarrollado por la empresa rusa ABBYY, es un software líder en el mercado de OCR desde la década de los 90, con gran presencia en sectores empresariales y gubernamentales que requieren digitalización de documentos de alta calidad. Esta herramienta es conocida por su precisión en el reconocimiento de idiomas complejos y la interpretación de documentos con tablas y gráficos. Es especialmente utilizada en oficinas legales, empresas de contabilidad y organizaciones de archivo debido a su alta capacidad de integración y precisión [39].

- ***Microsoft OCR.*** Microsoft OCR es un servicio de OCR que se integra con la API de Azure y se utiliza ampliamente en soluciones empresariales basadas en la nube. Su origen en el ecosistema Microsoft le permite integrarse perfectamente con otros servicios en la nube, como almacenamiento, seguridad y aplicaciones de inteligencia artificial, haciendo que sea una opción preferida en grandes corporaciones. Se utiliza en aplicaciones de gestión documental, en la automatización de procesos en el sector financiero y en aplicaciones donde se necesita un servicio robusto de OCR accesible desde la nube [41].

- ***Amazon Textract.*** Amazon Textract, parte del ecosistema de AWS, es un servicio de OCR en la nube con capacidades avanzadas de análisis de documentos. A diferencia de otros servicios OCR básicos, Textract no solo extrae texto, sino que también identifica automáticamente datos estructurados, como tablas y formularios, lo que lo hace ideal para la digitalización de documentos empresariales y formularios complejos. Es compatible con una API accesible desde múltiples entornos, lo que facilita su integración en aplicaciones en la nube. Textract cuenta con un sistema de precios basado en el volumen de documentos procesados, lo que permite escalar el uso de manera flexible según las necesidades del proyecto [42].

Tabla 28. Comparación de características de diferentes soluciones de OCR [13]

Herramienta	**Licencia**	**Interfaces**	**Idiomas**	**Sistema Operativo**	**Formatos de Entrada**	**Características Importantes**
Tesseract	Apache 2.0	CLI, Java, Python, Swift, Flutter, etc.	100+	Windows, macOS, Linux, Android	TIFF, JPEG, PNG, BMP	Detección de orientación, corrección de inclinación, uso de múltiples idiomas en un solo escaneo, soporte de aprendizaje automático para entrenar nuevos idiomas y símbolos.
Ocrad	GPL	CLI, Python	Alfabetos Latinos	macOS, Linux, BSD	PNM (PGM, PBM, PPM)	Procesamiento previo como corte y rotación, filtros de postprocesamiento.
GOCR	GPL	CLI, C++, Python	20+	Windows, macOS, Linux, BSD	PNM, PCX, TGA	Interfaz gráfica opcional, reconocimiento de códigos de barras, no requiere datos de entrenamiento.
OCRopus	Apache 2.0	CLI, Python	Latinos	macOS, Linux, BSD	PNG	Entrenamiento para nuevos idiomas, soporte de GPU, usado en proyectos como Google Books.
Cuneiform	Freeware / BSD	CLI	25+	Windows, macOS, Linux, BSD	PNG, BMP, JPG	Reconocimiento avanzado de tablas y mezcla de idiomas (ej. ruso e inglés).
Calamari	Apache 2.0	CLI, Python	No especificado	Desconocido	PNG, JPG, H5	Cross Fold Voting, Data Augmentation, Pretraining, soporte de GPU.
Google Vision OCR	Comercial (Pago por uso)	Web API	Multilenguaje	Multiplataforma (nube)	PDF, JPEG, PNG	Alta precisión, detección avanzada de idiomas, uso en la nube con herramientas de automatización.
ABBYY FineReader	Comercial (Licencia anual)	OCR SDK	200+	Windows, Mac	PDF, JPEG, PNG, BMP	Reconocimiento avanzado de texto, tablas y gráficos, ideal para OCR de alto nivel en aplicaciones empresariales.
Microsoft OCR	Comercial (Pago por uso)	API de Azure	Multilenguaje	Windows, Azure	PDF, JPEG, PNG	Reconocimiento eficiente para aplicaciones integradas en la nube de Azure, soporte para procesamiento en la nube.
Amazon Textract	Comercial (Pago por uso)	AWS SDK, Web API	Multilenguaje	Multiplataforma (nube)	PDF, JPEG, PNG	Extracción avanzada de texto y análisis de documentos estructurados; integración con otros servicios de AWS.

La evaluación de las herramientas OCR indica que Tesseract es la opción más adecuada para este proyecto. Esta herramienta de código abierto, licenciada bajo la Apache 2.0, se destaca por su alta precisión, logrando un 97% en la detección de texto en imágenes, lo que la posiciona por encima de alternativas como Google Cloud Vision, que presenta una tasa de precisión del 95%, según estudios realizados por [6], [8], [10], y [11], los cuales indican que Tesseract es también la herramienta más frecuentemente empleada en estudios de OCR, como se ilustra en la Figura 1. Esta información se complementa con los datos presentados en la Tabla 28, donde se comparan diversas herramientas de OCR. Este nivel de precisión es fundamental en aplicaciones donde la exactitud en la extracción de información es esencial.

Es importante mencionar que, de acuerdo con las políticas establecidas en el documento de aceptación de tecnologías (ver Anexo E), todos los componentes del sistema deben ser desarrollados utilizando software libre. En este sentido, Tesseract, al ser una herramienta de código abierto, se ajusta perfectamente a esta política, lo que permite a los desarrolladores modificarla y mejorarla fácilmente según sus necesidades.

Por lo tanto, la elección de Tesseract no solo garantiza un procesamiento de texto eficiente y efectivo, sino que también asegura el cumplimiento de las normativas establecidas en el documento de aceptación. Esta decisión contribuirá a la implementación de una solución sostenible y colaborativa, adecuada a las necesidades específicas del proyecto.

3.1.2 Técnicas de preprocesamiento de imágenes

Para mejorar la precisión del reconocimiento óptico de caracteres (OCR) en documentos escaneados o imágenes, se ha implementado una serie de técnicas de preprocesamiento de imágenes. Estas técnicas optimizan la claridad y calidad de la imagen, reduciendo el ruido y destacando los contornos de los caracteres antes de aplicar el OCR. Las técnicas empleadas se pueden categorizar en diferentes tipos, cada una con un propósito específico en la cadena de procesamiento de imagen. El preprocesamiento de imágenes es una etapa fundamental que prepara la imagen para posteriores procesos de análisis y mejora el contraste y la claridad general. Este conjunto de técnicas tiene como objetivo facilitar la segmentación y la identificación de elementos relevantes dentro de la imagen.

a. Escala de grises

La transformación de la imagen a escala de grises convierte cada píxel a un valor de intensidad entre 0 y 255, donde 0 representa el negro y 255 el blanco. Esta conversión simplifica el análisis de la imagen al reducir la cantidad de información de color, destacando las diferencias de luminosidad [43]. La fórmula para convertir un pixel RGB a su correspondiente valor en escala de grises se puede expresar como se muestra en la Ecuación 4.

$$I_{\text{gray}} = 0.299 \cdot R + 0.587 \cdot G + 0.114 \cdot B \tag{4}$$

b. Binarización

La binarización es el proceso de convertir una imagen en blanco y negro, donde los píxeles se asignan a uno de dos valores: 0 (negro) o 255 (blanco). Esta técnica es crucial para segmentar el texto del fondo, facilitando su análisis. La binarización puede lograrse mediante un umbral global, donde todos los píxeles con una intensidad superior a un valor específico se convierten en blanco, mientras que los que están por debajo se convierten en negro [43]. El proceso puede definirse como se muestra en la Ecuación 5, donde T es el umbral definido.

$$I_{\text{binary}}(x, y) = \begin{cases} 255, & \text{si } I_{\text{gray}}(x, y) > T \\ 0, & \text{si } I_{\text{gray}}(x, y) \leq T \end{cases} \tag{5}$$

c. Binarización adaptativa

En lugar de utilizar un umbral de brillo global, la binarización adaptativa establece umbrales locales ajustados a la luminosidad en diferentes áreas de la imagen. Este enfoque resulta especialmente útil en imágenes con variaciones de iluminación, permitiendo obtener un alto contraste en cada región y resaltando los caracteres para mejorar su detección en condiciones de baja calidad. La técnica más común para la binarización adaptativa es la de *Media de Vecindario*, donde el umbral para cada píxel se calcula como la media de los píxeles vecinos [44].

$$T(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{(x', y') \in \text{vecindario}} I_{\text{gray}}(x', y') \tag{6}$$

donde N es el número de píxeles en el vecindario de (x, y). El valor de umbral $T(x, y)$ se utiliza luego para determinar el valor binario del píxel.

d. Normalización del Histograma

Esta técnica se utiliza para mejorar el contraste de la imagen al ajustar la distribución de los niveles de gris. La normalización del histograma redistribuye los niveles de intensidad para que ocupen el rango completo de valores posibles, mejorando así la visibilidad de las características [43]. La fórmula general para la normalización se expresa como:

$$I_{\text{norm}}(x, y) = \frac{I_{\text{gray}}(x, y) - \min(I_{\text{gray}})}{\max(I_{\text{gray}}) - \min(I_{\text{gray}})} \cdot 255 \tag{7}$$

donde $\min(I_{gray})$ y $\max(I_{gray})$ son los valores mínimo y máximo de intensidad en la imagen original.

e. Filtros pasa bajos

Las técnicas de filtrado pasa bajos se centran en la reducción de ruido y detalles no deseados en las imágenes, suavizando la imagen y eliminando las frecuencias altas. A continuación se presentan algunos de los filtros más comunes en esta categoría.

- **Suavizado gaussiano:** Utiliza un kernel Gaussiano para suavizar la imagen, eliminando detalles de alta frecuencia y preservando las áreas de interés [45].

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \tag{8}$$

  donde σ es la desviación estándar que controla el grado de suavizado.

- **Media móvil (Promedio):** Consiste en reemplazar cada píxel por el promedio de los píxeles en su vecindario, suavizando la imagen y eliminando pequeñas variaciones que pueden ser ruido [43].

$$M = \begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix} \tag{9}$$

- **Filtro de mediana:** Este filtro reemplaza cada píxel por el valor mediano de los píxeles en su vecindario, siendo efectivo para eliminar ruido ”sal y pimienta”. El valor mediano se calcula en función de los píxeles vecinos en la ventana seleccionada [46].

  Para una matriz de píxeles:

$$\begin{bmatrix} 10 & 200 & 30 \\ 80 & 255 & 60 \\ 50 & 100 & 90 \end{bmatrix} \tag{10}$$

  El valor mediano del píxel central (60) se calcularía como $10, 30, 50, 60, 80, 90, 100, 200, 255$ dando como resultado 60.

f. Filtros Pasa Altos

Las técnicas de filtrado pasa altos se utilizan para resaltar detalles y contornos de los caracteres en la imagen, permitiendo mejorar la visibilidad de los bordes y facilitando la distinción entre caracteres y el fondo.

- **Filtro de acentuado:** Aumenta el contraste en los bordes mediante una máscara de convolución que resalta cambios bruscos de intensidad en la imagen [43].

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \tag{11}$$

- **Filtro de sobel:** Aplica un operador de convolución para calcular los gradientes de intensidad en direcciones horizontales y verticales, creando un mapa de bordes [47].

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \tag{12}$$

- **Filtro Laplaciano:** Este filtro resalta regiones de cambio rápido en la imagen utilizando un operador de segunda derivada [46].

$$L = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \tag{13}$$

- **Filtro de canny:** Un método de detección de bordes que incluye un suavizado inicial con un filtro Gaussiano, seguido por la aplicación de la derivada de Gauss, y finalmente, un umbral para encontrar los bordes [48].

  1. Suavizado de la imagen utilizando un filtro Gaussiano.
  2. Cálculo del gradiente con los operadores de Sobel.
  3. Aplicación de umbral doble para identificar bordes.

- **Filtro roberts:** Se utiliza para la detección de bordes, aplicando un operador que calcula el gradiente de la imagen [49].

$$R_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad R_y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \tag{14}$$

3.1.3 Librerías Identificadas

El procesamiento de documentos, la extracción de información mediante OCR y la gestión de archivos de imagen y PDF requieren un conjunto específico de librerías. A continuación, se enumeran las principales librerías que se utilizarán en el desarrollo:

- **Tess4J:** Esta es una librería que actúa como un puente entre Java y el motor Tesseract, famoso por su capacidad para reconocer texto en imágenes. Con Tess4J, se podrán configurar fácilmente opciones como el idioma (en este caso, se utilizará `spa` para español) y otros parámetros que ayudarán a obtener mejores resultados de OCR. Gracias a su interfaz sencilla, es fácil de implementar y permitirá mejorar la precisión en la detección de texto.

- **Apache PDFBox:** Esta librería es clave para trabajar con documentos PDF. Facilita la extracción de texto, la conversión de páginas en imágenes y el acceso a las imágenes contenidas dentro de cada página del PDF. Gracias a Apache PDFBox, se puede integrar texto e imágenes sin complicaciones, lo que resulta fundamental para el análisis de documentos.

- **Java AWT (Abstract Window Toolkit):** Esta herramienta proporciona las clases necesarias para trabajar con imágenes en Java. Con clases como `BufferedImage` y `BufferedImageOp`, se podrá transformar imágenes a escala de grises, aplicar diferentes filtros y realizar binarización adaptativa. Estas funcionalidades son esenciales para asegurar que las imágenes estén en la mejor calidad posible para el OCR.

- **jai-imageio-core:** Esta librería ofrece capacidades avanzadas para manipular imágenes, permitiendo trabajar con diferentes formatos y asegurando un manejo eficiente de las imágenes en el sistema. Esto es importante, ya que los documentos pueden venir en varios tipos de archivo.

- **javax.mail:** Esta librería habilita la funcionalidad de envío de correos electrónicos desde la aplicación, lo que optimiza la comunicación con los usuarios. Gracias a esta herramienta, será posible enviar notificaciones y compartir los resultados de forma eficiente, garantizando que la información extraída se entregue de manera oportuna y precisa.

La implementación de estas librerías establece un entorno de trabajo robusto y versátil. Esto no solo permite el procesamiento de documentos y la extracción de información, sino que también facilita la generación de informes y el envío eficiente de resultados. Este enfoque proporciona la capacidad de manejar diversos formatos y requisitos de procesamiento, lo que mejora la experiencia del usuario y la eficacia general del sistema.

3.1.4 Identificación de APIs externas

En el contexto del análisis y selección de herramientas de software, se ha determinado la importancia de integrar diversas APIs de terceros que facilitarán la interacción con sistemas externos y optimizarán las funcionalidades del proyecto. Estas APIs son esenciales para llevar a cabo tareas específicas, como la autorización de comprobantes electrónicos y la validación de documentos. A continuación, se detallan las principales APIs que se utilizarán:

a. API de Autorización de Comprobantes Electrónicos

- **Producción:** `https://cel.sri.gob.ec/comprobantes-electronicos-ws/AutorizacionComprobantesOffline`
- **Pruebas:** `https://celcer.sri.gob.ec/comprobantes-electronicos-ws/AutorizacionComprobantesOffline`

Esta API permite la autorización de comprobantes electrónicos. Es fundamental para garantizar la validez y conformidad de los documentos fiscales, asegurando que sean aceptados por las entidades reguladoras. La disponibilidad de un entorno de pruebas facilita la verificación de la implementación antes de pasar a producción, lo que contribuye a un desarrollo más eficiente y a la reducción de errores en la operación [50].

b. API de Validación de Documentos del SRI

- **Producción:** `https://srienlinea.sri.gob.ec/movil-servicios/api/web/documentoValidoWeb/consultaDocumento`

Esta API se utiliza para consultar la validez de documentos específicos, asegurando que la información registrada sea correcta y esté actualizada. La integración de esta

funcionalidad permitirá a los usuarios del sistema verificar la autenticidad de los documentos de manera ágil y efectiva, aumentando la confianza en la información presentada [50].

La inclusión de estas APIs no solo optimiza el proceso de gestión documental, sino que también asegura el cumplimiento normativo en las operaciones realizadas. La capacidad de interactuar con sistemas externos para la autorización y validación de documentos es un componente crítico en la arquitectura del sistema, ya que fortalece la integridad y fiabilidad del proceso de gestión de información.

3.1.5 Análisis y Selección de Metodología

En el dinámico mundo del desarrollo de software, las metodologías ágiles han emergido como una respuesta efectiva a la necesidad de adaptabilidad y colaboración en proyectos. A diferencia de las metodologías tradicionales, que suelen seguir un enfoque rígido y secuencial, las metodologías ágiles promueven ciclos de desarrollo cortos, retroalimentación continua del cliente y un enfoque en la entrega de valor. Este enfoque es especialmente relevante en entornos donde los requisitos pueden cambiar rápidamente y donde la satisfacción del cliente es primordial.

Las metodologías tradicionales, aunque efectivas en ciertos contextos, tienden a ser menos flexibles y más propensas a enfrentar desafíos cuando se presentan cambios inesperados en los requisitos [51] . Dado que este análisis se enfoca en proyectos que requieren adaptabilidad, colaboración activa y respuestas rápidas a las necesidades del cliente, se optará por evaluar únicamente metodologías ágiles. Esto permitirá identificar enfoques que se alineen mejor con los objetivos de desarrollo contemporáneos y que favorezcan la innovación y la eficiencia en el proceso de creación de software.

a. Metodologías ágiles

Existen diversas metodologías ágiles reconocidas en el ámbito del desarrollo de software, cada una con enfoques únicos que buscan responder de manera eficaz a los constantes cambios y desafíos de este sector. La selección de una metodología ágil adecuada implica un conocimiento de sus principios y su aplicación en situaciones

prácticas, ya que cada metodología propone estrategias específicas para optimizar el trabajo en equipo, maximizar el valor entregado y adaptar rápidamente el producto a las necesidades del cliente.

- ***Scrum.*** Scrum es una de las metodologías ágiles más conocidas y adoptadas en la industria. Se estructura en iteraciones cortas llamadas *sprints*, que suelen durar de 2 a 4 semanas, y permite realizar una planificación, ejecución y revisión continua de las tareas del equipo. Al final de cada sprint, se presenta un incremento del producto que se revisa con los interesados, lo que facilita la retroalimentación constante y permite ajustes en función de los requisitos cambiantes. Los roles clave en Scrum incluyen el *Scrum Master*, el *Product Owner* y el *equipo de desarrollo*, cada uno con responsabilidades definidas que promueven la colaboración y la transparencia en el proceso [52].

- ***Kanban:.*** Kanban es una metodología visualmente orientada que ayuda a los equipos a gestionar el flujo de trabajo y a realizar un seguimiento constante de las tareas. Se utiliza un tablero dividido en columnas para representar las distintas etapas del proceso, desde la planificación hasta la entrega. Cada tarea se mueve entre las columnas según su progreso, lo que permite identificar cuellos de botella y áreas de mejora. Kanban es muy valorada por su flexibilidad, ya que no impone un marco estricto de iteraciones y permite a los equipos optimizar sus flujos de trabajo de manera continua [52].

- ***Extreme Programming (XP):.*** XP es una metodología que se enfoca en la calidad del software y en la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios. Se basa en prácticas como el *Desarrollo Guiado por Pruebas (TDD)*, la programación en parejas y la integración continua. Estas prácticas buscan no solo detectar y resolver problemas temprano en el proceso de desarrollo, sino también mejorar la calidad del código de forma constante. XP es una metodología especialmente útil en entornos donde los requisitos cambian con frecuencia, ya que su estructura permite ajustar el desarrollo en cada iteración [52].

- ***Lean Software Development:.*** Inspirada en los principios de manufactura lean, esta metodología busca maximizar el valor entregado al cliente mientras se minimizan los desperdicios en el proceso. Se enfoca en optimizar los recursos, eliminar actividades que no aportan valor y potenciar la entrega rápida y continua de software funcional. Al promover un enfoque en la eficiencia, Lean Software Development incentiva a los equipos a centrarse en aquello que genera valor directo al cliente y a mejorar continuamente sus procesos internos [53].

- ***Feature-Driven Development (FDD):.*** Esta metodología se centra en el desarrollo basado en características específicas, y su estructura se orienta hacia la planificación y construcción de funcionalidades en el software. A través de un proceso de desarrollo que incluye cinco pasos clave (desarrollar un modelo general, construir una lista de características, planificar por funcionalidad, diseñar y construir por funcionalidad), FDD ayuda a los equipos a tener una visión clara de los elementos a desarrollar y a entregar software funcional de forma incremental [54].

- ***Rapid Application Development (RAD):.*** RAD es un enfoque de desarrollo de software que prioriza la creación rápida de prototipos y la obtención constante de retroalimentación del usuario. Aunque no se considera estrictamente una metodología ágil, RAD comparte algunos principios clave con las metodologías ágiles, como la iteración rápida y la colaboración cercana con los usuarios. A través de un proceso iterativo, el equipo puede presentar avances tangibles en el software desde etapas tempranas, lo que permite al cliente visualizar y evaluar las funcionalidades de forma continua. Este enfoque es especialmente beneficioso en proyectos donde los requisitos pueden cambiar rápidamente o donde la comunicación constante con el usuario final es esencial para asegurar la satisfacción con el producto final. Además, RAD permite acelerar el proceso de desarrollo al centrarse en la entrega rápida de prototipos funcionales, facilitando ajustes rápidos basados en la retroalimentación [55].

Tabla 29. Comparativa de metodologías ágiles

Metodología	**Estructura**	**Iteraciones**	**Roles**	**Enfoque**	**Principales Ventajas**
Scrum	Basada en sprints	Cortas (2-4 semanas)	Scrum Master, Product Owner, Equipo	Entrega incremental	Colaboración y adaptabilidad
Kanban	Flujo continuo	No estructurada	Ninguno definido	Visualización de tareas	Flexibilidad y mejora continua
Extreme Programming (XP)	Iteraciones cortas	Cortas	Equipo de desarrollo	Calidad y flexibilidad	Enfoque en la calidad del código
Lean Software Development	Basada en principios Lean	No estructurada	Ninguno definido	Eliminación de desperdicios	Eficiencia y maximización de valor
Feature-Driven Development (FDD)	Basada en características	Cortas	Gerente de proyecto, Equipo	Desarrollo de funciones específicas	Enfoque en características y planificación
Rapid Application Development (RAD)	Basada en prototipos	Cortas	Desarrolladores, Usuarios finales	Retroalimentación continua	Entrega rápida y adaptabilidad

b. Selección de la metodología

La selección de la metodología es un proceso que requiere analizar diversos factores del proyecto, tales como las necesidades específicas, el tamaño y composición del equipo, la cultura organizacional y el tipo de producto o servicio a desarrollar. Al comparar las metodologías, es fundamental considerar cómo cada una aborda aspectos como la retroalimentación del cliente, la velocidad de entrega y el enfoque en la flexibilidad, tal como se presenta en la Tabla 29.

En este contexto, se ha decidido optar por *Rapid Application Development (RAD)* como el enfoque principal para el desarrollo del sistema. Aunque RAD no es una metodología ágil en sí misma, se caracteriza por un proceso iterativo centrado en la creación rápida de prototipos y la retroalimentación constante del cliente. Este enfoque resulta especialmente beneficioso en proyectos que presentan un alto dinamismo y cambios frecuentes en los requisitos. Permite al equipo de desarrollo adaptarse rápidamente, realizando ajustes al producto conforme a los comentarios del cliente en cada iteración. Además, RAD es adecuado en escenarios donde la rapidez en la entrega de valor al cliente es prioritaria y donde se requiere una comunicación continua y efectiva entre el equipo de desarrollo y los usuarios finales.

El análisis de las herramientas y metodologías de desarrollo para el sistema de gestión de viáticos ha permitido identificar tecnologías esenciales que garantizan un sistema sólido, adaptable y eficiente. La selección de cada componente tecnológico responde a su capacidad para satisfacer los requisitos específicos del proyecto y asegurar que el sistema final cumpla con los estándares de calidad y funcionalidad establecidos por la *EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.* La comparativa entre herramientas de OCR, así como la evaluación de metodologías ágiles, proporciona una base clara para seleccionar las soluciones más idóneas tanto para la digitalización de documentos como para la extracción precisa de datos. De este modo, el proceso de desarrollo queda fundamentado en herramientas y técnicas que no solo optimizan el flujo de trabajo, sino que también facilitan la entrega de un sistema alineado con las expectativas y necesidades estratégicas de la organización.

3.2 Análisis del proceso de gestión de viáticos

En esta sección se presenta un análisis del proceso actual de gestión de viáticos en ELEPCO S.A. Este análisis abarca cuatro aspectos clave: la *estructura organizacional* de la empresa, el *reglamento interno para el pago de viáticos*, los *procedimientos establecidos para la gestión de viáticos* y la *identificación de procesos que requieren optimización*, incluyendo una evaluación de los tiempos asociados a cada actividad. Esta revisión integral proporciona un fundamento claro para comprender las áreas críticas y las oportunidades de mejora dentro del proceso de gestión de viáticos.

3.2.1 Análisis de la estructura organizacional de la empresa

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. (ELEPCO S.A.) se dedica a la gestión y operación de actividades relacionadas con la energía eléctrica, enfocándose especialmente en la organización de la venta y distribución de electricidad. A través de estas actividades, garantiza el suministro de energía en la provincia de Cotopaxi y contribuye al desarrollo sostenible del sector energético. La empresa se rige por los lineamientos establecidos en el marco regulador del sector eléctrico en Ecuador, lo que asegura un servicio de calidad y la protección de los derechos de los consumidores.

En este contexto, opera bajo la Ley Orgánica de Empresas Públicas (LOEP) y está sujeta a la regulación del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables del Ecuador. Esta ley proporciona el marco legal y normativo que guía las actividades de las empresas públicas, garantizando que operen de manera eficiente y transparente en beneficio de la ciudadanía. Al ser una entidad pública estratégica, forma parte de un sector considerado fundamental para el desarrollo económico y social del país, asegurando el acceso a energía eléctrica de calidad y promoviendo la sostenibilidad ambiental [56].

Asimismo, al estar regida por la LOEP, presenta un sistema de gestión de viáticos que es más flexible en comparación con las entidades que operan bajo la Ley Orgánica del Servicio Público (LOSEP). Por tanto tiene la libertad de establecer sus propios procedimientos para la solicitud y liquidación de viáticos, adaptándolos a sus necesidades operativas y circunstancias específicas, las entidades bajo la LOSEP deben

seguir un marco normativo más estricto que regula de manera uniforme el manejo de estos gastos.

En la Figura 15 y 16, se ilustra cómo la organización se estructura en niveles jerárquicos, comenzando con la Junta General de Accionistas y el Directorio, que establecen las directrices estratégicas de la empresa. A continuación, bajo la presidencia ejecutiva, se encuentran diversas direcciones que abarcan áreas clave, como la Dirección Comercial, la Dirección Financiera y la Dirección de Generación.

En el contexto de la gestión de viáticos, la organización implementa procedimientos específicos que permiten una administración flexible y adaptativa de estos gastos. Las distintas áreas de la empresa, como Finanzas y Recursos Humanos, colaboran estrechamente para asegurar que los viáticos sean justificados adecuadamente, promoviendo así una gestión responsable de los recursos.

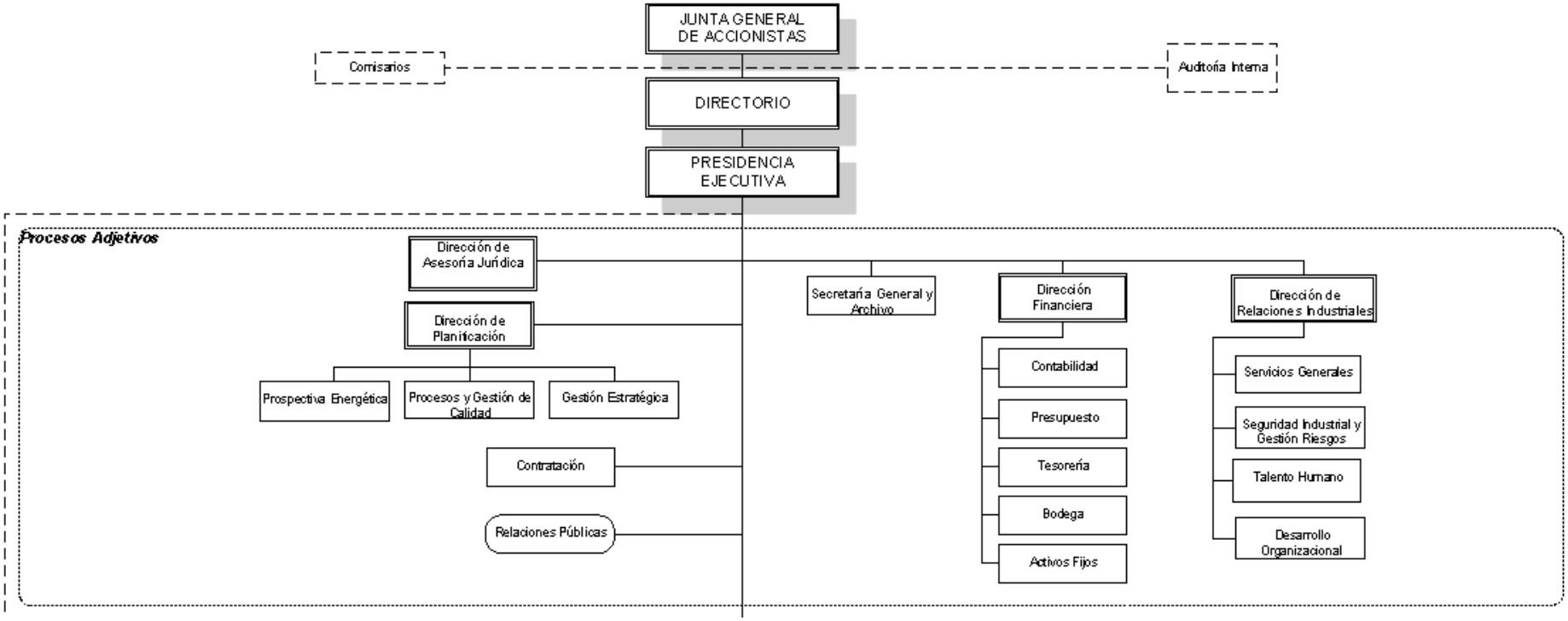


Figura 15. Organigrama estructural ELEPCO S.A Parte 1 [56]

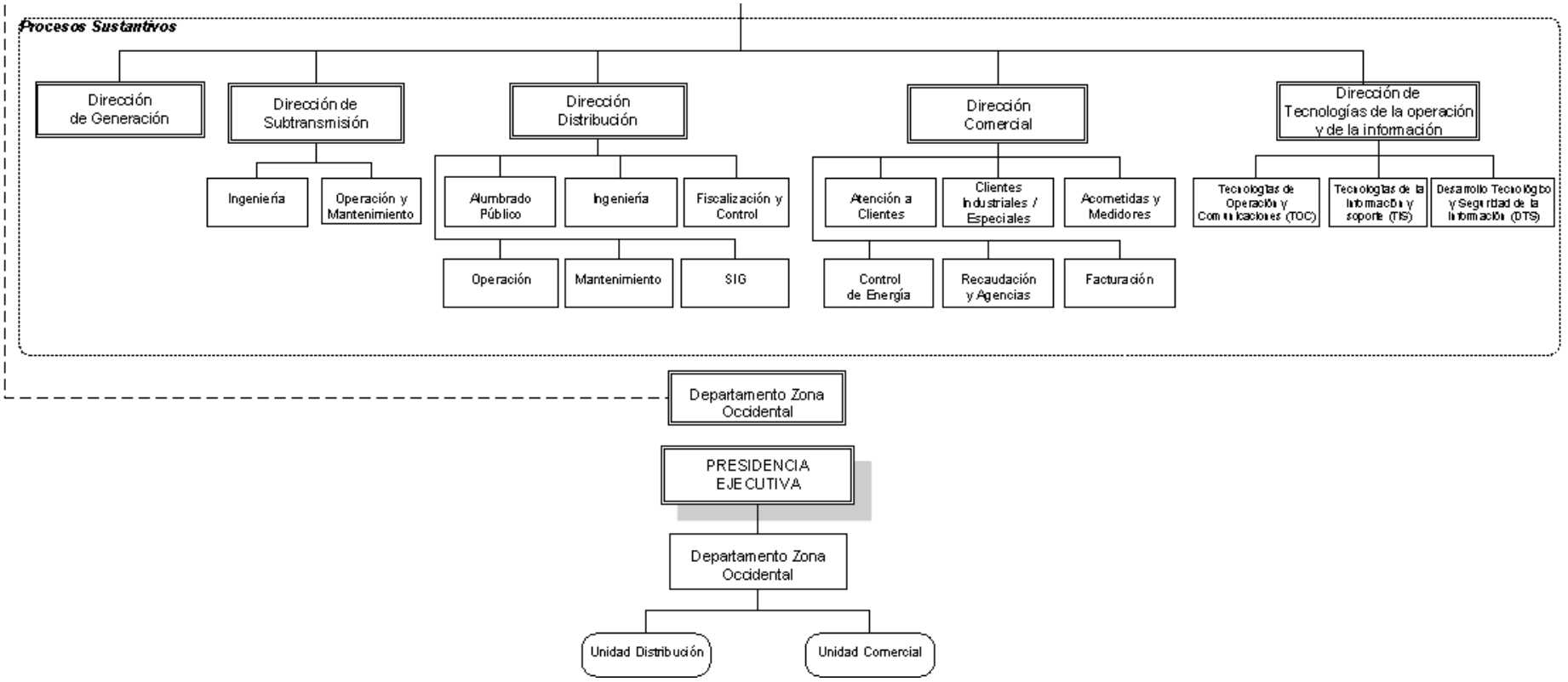


Figura 16. Organigrama estructural ELEPCO S.A Parte 2 [56]

3.2.2 Análisis del reglamento interno para el pago de viáticos

El reglamento interno de ELEPCO S.A. establece las directrices necesarias para la gestión y pago de viáticos a los empleados que realicen comisiones de servicios, ya sea a nivel nacional o internacional. El documento en [57] define las responsabilidades de los distintos niveles de la organización, así como el procedimiento a seguir para la autorización y liquidación de estos viáticos. El objetivo del reglamento es asegurar que los empleados reciban el reembolso adecuado por los gastos incurridos durante el cumplimiento de sus funciones fuera de su lugar habitual de trabajo.

Este reglamento es de cumplimiento obligatorio para todo el personal de ELEPCO S.A. que participe en actividades empresariales que requieran desplazamientos. Se incluyen definiciones clave en un glosario, como *cumplimiento de servicios empresariales*, que se refiere al desplazamiento de un empleado para realizar actividades administrativas u operativas, y *informe de servicios empresariales*, que es un documento que reporta las actividades realizadas durante la comisión, salvo para los miembros del Directorio y el Presidente Ejecutivo.

El procedimiento para el pago de viáticos se desarrolla en varias etapas bien definidas que deben ser respetadas por el personal. En primer lugar, la autorización de la comisión de servicios comienza con la **solicitud del jefe de unidad**, quien emite un memorando al responsable de su Dirección. Este memorando debe incluir el nombre del empleado y el destino, así como el **formulario del Anexo 1**. Posteriormente, el **Director revisa y autoriza** la comisión, enviando el memorando a la Dirección Financiera para su control interno. Si la solicitud fue presentada con al menos **72 horas de anticipación**, el Analista Financiero procede con el registro del pago correspondiente.

Una vez cumplida la comisión, el empleado debe **elaborar un informe** que debe ser presentado a su jefe inmediato dentro de un **plazo de cinco días laborables**. Este informe debe estar **respaldado por documentos** como bitácoras de desplazamiento, pasajes y facturas de alojamiento. Después de la revisión del informe por parte del Director del Área, este se reenvía a la Dirección Financiera para la liquidación. Si se cumplen todos los plazos, el Analista Financiero **registra la liquidación y cierra el trámite**. En caso de que no se cumplan los plazos, se tomarán medidas como **descuentos en la remuneración del empleado**.

El reglamento también establece valores específicos para los viáticos. En el caso de comisiones dentro del país, se reconoce el **100% del viático**, con un ajuste en el último día, que se considera como subsistencia, equivalente al **50% del viático**. Los valores establecidos son: para el **primer nivel, 130 USD**; para el **segundo nivel, 80 USD**. Para comisiones **fuera del país**, los **miembros del Directorio y el Presidente Ejecutivo reciben 220 USD**, los **directores de área y jefes departamentales 185 USD**, y los **servidores públicos de carrera y obreros 160 USD**. Además, se establece que los pagos por movilización se reembolsarán según facturas y notas justificativas.

En situaciones de movilización de emergencia, se requiere la autorización de la máxima autoridad, tratándose de un caso excepcional. El reglamento especifica que el tiempo máximo de la comisión es del **100% del viático por hasta 10 días en el mismo lugar**. Del **11 hasta el 30 día, se reconoce el 70%** del viático, y por más de un mes, se otorgará una **remuneración mensual unificada** al comisionado. El uso de vehículos empresariales requiere el respectivo salvoconducto de la Jefatura de Servicios Generales. Si se requiere más días de los planificados, es necesario solicitar autorización al Director o a la Presidencia Ejecutiva con un informe respectivo.

Fuera del país, se reconoce el 85% del viático, siempre que la duración no exceda los 15 días; para estancias mayores a **15 días, se aplicará el 70% del viático**, y para estancias superiores a **31 días, no se pagarán viáticos, solo el hospedaje y alimentación**, que no deben superar el valor del viático. La subsistencia se define como la compensación por estar fuera del lugar de trabajo durante más de 6 horas, incluyendo ida y vuelta el mismo día. El viático abarca gastos de alojamiento y alimentación cuando se pernocta fuera de su domicilio.

En cuanto a la movilización, se contemplan gastos desde el lugar de trabajo hasta la terminal y viceversa, así como los pasajes de ida y vuelta, fletes, y materiales que se requieran para la comisión. Los informes de servicios empresariales son excepcionales para los miembros del directorio y el Presidente Ejecutivo, y son requeridos en otros casos, incluyendo administradores, operativos, y directores.

Análisis e interpretación:

El reglamento y procedimiento de viáticos de ELEPCO S.A. establece un marco fundamental para la transparencia y eficiencia en la gestión de recursos, aunque muestra áreas donde el uso de software podría optimizar notablemente los procesos. Actualmente, el proceso de solicitud, asignación y justificación de viáticos, detallado en la Figura 17 y **??**, presenta una estructura definida pero compleja, lo que podría beneficiarse de una plataforma digital que integre estos pasos en un sistema ágil y centralizado. Este software permitiría automatizar la asignación de plazos, ajustar los valores de viáticos según nivel organizacional, y proporcionar a los empleados una interfaz única para gestionar sus trámites, mejorando la claridad y la transparencia en cada fase del proceso.

El diagrama de flujo ilustra las etapas actuales del reglamento de viáticos en ELEPCO S.A., que incluyen desde la solicitud inicial hasta la validación por el área de finanzas. Mediante la digitalización de estos pasos, cada solicitud podría seguir un flujo automatizado que guíe a los empleados en tiempo real y facilite la adaptación de los procedimientos a cambios organizacionales o contextuales. Con un sistema de gestión digital, los controles internos podrían fortalecerse al reducir el margen de error humano y establecer verificaciones automáticas antes del pago de viáticos.

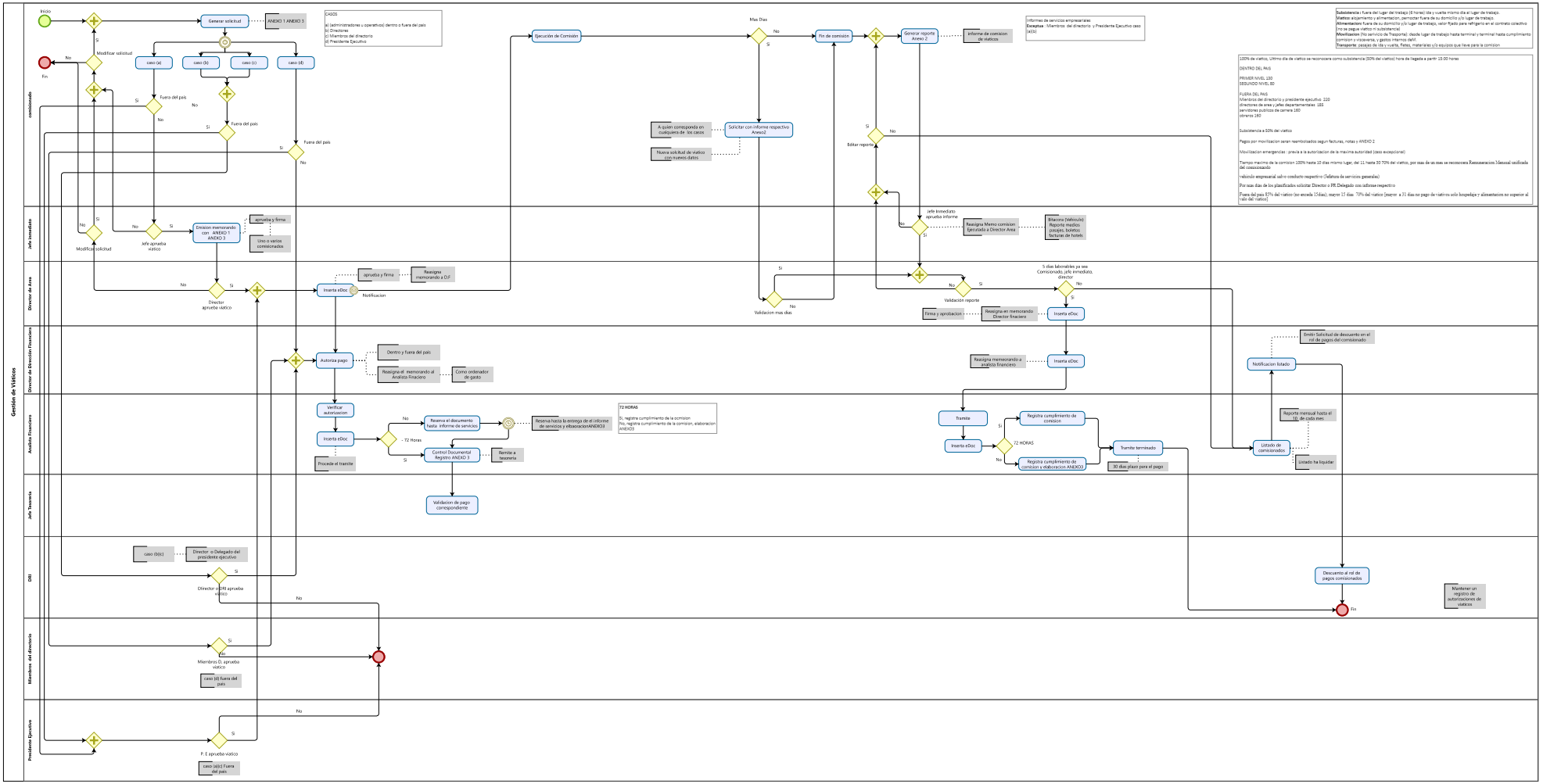


Figura 17. Diagrama de flujo de viáticos en ELEPCO S.A. (Anexo F)

3.2.3 Análisis del proceso actual de gestión de viáticos

El análisis del proceso actual de gestión de viáticos en ELEPCO S.A. se basa en entrevistas con los responsables de las distintas áreas y en encuestas realizadas a los empleados involucrados en estos procedimientos. El propósito es identificar las etapas críticas, los recursos requeridos y los puntos de mejora dentro del flujo de trabajo de viáticos.

Este análisis recoge información sobre cómo se realizan las solicitudes, las aprobaciones y los pagos de viáticos, así como sobre los controles implementados para garantizar la integridad del proceso.

a. A partir de las entrevistas

Las entrevistas a jefes de unidad y personal administrativo de ELEPCO S.A. revelaron un proceso de gestión de viáticos que sigue una estructura clara, aunque presenta áreas significativas de mejora. A continuación, se describen los hallazgos:

- **Etapas del proceso:** El proceso de solicitud de viáticos sigue cuatro pasos principales: completar el Anexo 1, obtener la revisión y firma del jefe inmediato y del director, enviar la solicitud a Finanzas, y respetar un plazo mínimo de 72 horas antes del viaje. Aunque los tres primeros pasos son consistentes entre los entrevistados, el requisito de las 72 horas no es uniformemente mencionado, lo que sugiere una falta de consenso y una posible fuente de retrasos en algunas áreas.

- **Requisitos documentales:** Todos los entrevistados coincidieron en que el proceso requiere de cuatro documentos esenciales: el Anexo 1, datos bancarios, facturas y un plan de itinerario. La consistencia en este aspecto indica que el proceso de documentación está bien estandarizado, facilitando la recolección de información y reduciendo el riesgo de errores o retrasos.

- **Registro y recepción de pagos:** El proceso actual incluye un registro en hojas de cálculo de Excel y el envío de información al Sistema de Pago Interbancario (SPI). Aunque el proceso permite pagos hasta tres veces al día, se mencionan retrasos en los pagos como una problemática recurrente, lo que impacta en la

satisfacción de los empleados y señala la necesidad de un sistema de gestión digital.

- **Validación de facturas y notas de venta:** Los entrevistados utilizan principalmente el portal del Servicio de Rentas Internas (SRI) y la verificación de consistencia de datos en las facturas como métodos de validación. Sin embargo, se identificaron errores recurrentes en notas de venta, lo que sugiere la necesidad de capacitaciones para el personal a fin de mejorar la precisión y rapidez del proceso.

- **Problemas identificados:** Las entrevistas destacaron cuatro problemas críticos: falta de claridad en los requisitos, retrasos en los pagos, errores en la documentación y descoordinación entre áreas. La falta de claridad y la descoordinación pueden generar confusión en el personal, afectando la eficiencia del proceso y destacando la necesidad de mejorar la comunicación y capacitación entre los departamentos.

- **Necesidad de digitalización:** Los entrevistados coincidieron en la dependencia de métodos manuales y hojas de cálculo para la gestión de viáticos, identificando una necesidad urgente de implementar un sistema digital. La digitalización podría optimizar el acceso a la información, mejorar la trazabilidad y reducir errores, además de permitir una comunicación más efectiva entre áreas.

b. A través de las encuestas

Las encuestas a los empleados de ELEPCO S.A. complementan los hallazgos de las entrevistas y ofrecen una visión cuantitativa sobre la percepción general del proceso de viáticos. Los principales resultados son:

- **Claridad y comprensión del proceso:** La mayoría de los encuestados indicó que el proceso es comprensible y sigue una estructura definida, aunque señalaron que ciertos aspectos, como los tiempos de respuesta y el seguimiento de las solicitudes, podrían optimizarse.

- **Documentación y procedimientos:** Los encuestados mostraron un buen entendimiento de los requisitos documentales, destacando la claridad en la solicitud de los documentos necesarios. Sin embargo, mencionaron que el sistema actual no permite un seguimiento en tiempo real de las solicitudes, lo que genera incertidumbre y una posible sobrecarga administrativa para el personal encargado del trámite.

- **Satisfacción con el proceso de pagos:** Los resultados revelan insatisfacción general con el tiempo de pago de viáticos, mencionando retrasos frecuentes y una falta de transparencia en el estatus de los pagos. Esto sugiere una necesidad de mejorar el sistema de pagos para aumentar la satisfacción de los empleados.

- **Preferencia por un sistema digital:** Una mayoría de los encuestados expresó la necesidad de un sistema de gestión de viáticos digital que permita un acceso más ágil a la información y una automatización en el registro de las solicitudes, pagos y evidencias.

Tanto las entrevistas como las encuestas señalan que el proceso de gestión de viáticos en ELEPCO S.A. está bien estructurado en términos generales, aunque se identifican oportunidades de mejora en cuanto a la digitalización, optimización de tiempos de respuesta, claridad en los procedimientos y coordinación entre áreas. Implementar un sistema de gestión digital podría mejorar la eficiencia del proceso, reducir los errores y aumentar la satisfacción del personal involucrado en la gestión de viáticos.

3.2.4 Identificación de procesos a optimizar y tiempos actuales

En este apartado se identifican los procesos dentro de la gestión de viáticos que presentan oportunidades significativas de optimización, incluyendo un análisis de los tiempos actuales estimados para cada etapa. Basado en la información recopilada a partir de las encuestas y entrevistas, se destacan las actividades que podrían beneficiarse de mejoras en eficiencia. A continuación, se presentan tablas que muestran los tiempos actuales promedio en cada fase del proceso, así como una descripción de las limitaciones y desafíos que enfrenta ELEPCO S.A. en la gestión de viáticos.

a. Procesos identificados para optimización

Las encuestas y entrevistas permiten identificar las siguientes actividades como áreas críticas donde la optimización de tiempos podría tener un impacto positivo en la eficiencia general del proceso:

- **Solicitud de viáticos:** Completar y enviar el formulario de solicitud.
- **Revisión y aprobación:** Revisión de la solicitud por el jefe inmediato, director y departamento de Finanzas.
- **Registro y procesamiento de pagos:** Registro en sistemas de Excel y envío al Sistema de Pago Interbancario (SPI).
- **Validación de documentación:** Verificación de facturas y consistencia de datos en el portal del Servicio de Rentas Internas (SRI).

b. Análisis de tiempos actuales por proceso

El análisis de tiempos actuales en cada proceso del sistema de gestión de viáticos se fundamenta en datos recopilados mediante encuestas y entrevistas al personal clave. Las tablas a continuación detallan las actividades involucradas, indicando el tiempo promedio que requiere cada tarea y señalando las limitaciones y desafíos específicos que el equipo enfrenta en su labor diaria. Para calcular los tiempos promedio de manera representativa, se empleará el método de promedio ponderado, lo cual permite considerar la distribución real de los datos en cada categoría [58]. Este análisis permite identificar oportunidades de mejora que facilitarán la implementación de soluciones destinadas a optimizar la eficiencia del sistema, reduciendo tiempos de espera y promoviendo un proceso de viáticos más ágil y accesible para todos los usuarios.

- ***Cálculo del promedio ponderado: Método general.*** En el análisis de tiempos actuales, surge la necesidad de calcular un promedio ponderado que represente con mayor precisión los tiempos reportados. Este enfoque permite tomar en cuenta la distribución real de los datos en lugar de asumir que cada categoría tiene el mismo peso. Este método es aplicable en diferentes tablas y contextos analíticos, ya que ajusta los valores promedio considerando las frecuencias o porcentajes asociados a cada intervalo o categoría [58].

La fórmula general del promedio ponderado es:

$$\text{Promedio Ponderado} = \frac{\sum(x_i \cdot w_i)}{\sum w_i} \tag{15}$$

Donde:

- x_i es el valor representativo de la categoría i.
- w_i es el peso asociado a esa categoría.
- $\sum(x_i \cdot w_i)$ es la suma de los productos de cada valor representativo por su peso.
- $\sum w_i$ es la suma total de los pesos (para normalización).

En casos donde los pesos están en porcentaje, la fórmula se simplifica a:

$$\text{Promedio Ponderado} = \frac{\sum(x_i \cdot w_i)}{100} \tag{16}$$

Aplicación:

- Valores representativos: $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$
- Porcentajes: $w_1, w_2, w_3, \ldots, w_n$

Aplicamos los pasos:

1. Multiplicamos cada valor representativo por su porcentaje:

$$(x_1 \cdot w_1),\ (x_2 \cdot w_2),\ \ldots,\ (x_n \cdot w_n)$$

2. Sumamos los productos:

$$\text{Suma total} = (x_1 \cdot w_1) + (x_2 \cdot w_2) + \cdots + (x_n \cdot w_n)$$

3. Dividimos la suma total entre 100 (o la suma de los pesos):

$$\text{Promedio Ponderado} = \frac{\text{Suma total}}{100}$$

El resultado es el promedio ponderado ajustado que refleja la influencia de las frecuencias o pesos asociados a cada categoría. Este promedio es más representativo que un promedio simple, ya que considera la distribución de los datos.

- ***Tiempos actuales en el proceso de solicitud de viáticos.*** Aplicación de la fórmula de promedio ponderado para la Tabla 6.

$$\frac{(15 \cdot 9.8) + (45 \cdot 39) + (150 \cdot 22) + (210 \cdot 9.8) + (270 \cdot 19.5)}{100}$$

$$\frac{147 + 1755 + 3300 + 2058 + 5265}{100}$$

$$\frac{12525}{100} = 125.25 \,\text{minutos}$$

Tabla 30. Tiempos actuales en el proceso de solicitud de viáticos

Actividad	**Promedio (minutos)**	**Limitaciones y Desafíos**
Completar y enviar el formulario de solicitud	125	Falta de automatización en el llenado del formulario, causando retrasos en la solicitud.

Promedio calculado según la encuesta realizada en la Tabla 6.

Por lo tanto, el promedio ponderado es 125.25 minutos , lo que equivale aproximadamente a 2 horas y 5 minutos.

- ***Tiempos actuales en el proceso de revisión y aprobación.*** Aplicación de la fórmula de promedio ponderado para calcular los tiempos de la Tabla 6 y entrevistas.

Tabla 31. Tiempos actuales en el proceso de revisión y aprobación

Actividad	**Promedio (minutos)**	**Limitaciones y Desafíos**
Revisión de la solicitud por el jefe inmediato	45	Dependencia de la disponibilidad de los autorizadores; el proceso manual alarga los tiempos.
Aprobación del director	34	Dependencia de la agenda del director; posible falta de comunicación clara.
Revisión por el departamento de Finanzas	46	Tiempos de espera y falta de automatización en la comunicación entre áreas.

Promedio basado en los tiempos reportados en la Tabla 6 y entrevistas.

- ***Tiempos actuales en el proceso de validación de documentación.*** Aplicación de la fórmula de promedio ponderado para la Tabla 7 y entrevistas.

$$\frac{(15 \cdot 9.8) + (45 \cdot 46.3) + (150 \cdot 22) + (210 \cdot 7.3) + (270 \cdot 14.6)}{100}$$

$$\frac{(147) + (2083.5) + (3300) + (1539) + (3942)}{100}$$

$$\frac{10011.5}{100} = 100.115 \,\text{minutos}$$

Tabla 32. Tiempos actuales en el proceso de validación de documentación

Actividad	**Promedio (minutos)**	**Limitaciones y Desafíos**
Verificación de facturas	33	Revisión manual que puede causar errores y retrasos.
Validación de consistencia de datos en el SRI	22	Proceso manual que involucra tipeo de claves de acceso complejas.
Corrección de errores en las notas de venta	45	Falta de un proceso de pre-verificación al momento de cargar los documentos.

Promedio calculado según la Tabla 7 y entrevistas.

Por lo tanto, el promedio ponderado es 100.12 minutos, lo que equivale aproximadamente a 1 hora y 40 minutos.

- ***Tiempos actuales en el proceso de registro y procesamiento de pagos.*** Aplicación de la fórmula de promedio ponderado para la Tabla 7 y entrevistas.

Tabla 33. Tiempos actuales en el proceso de registro y procesamiento de pagos

Actividad	**Promedio (minutos)**	**Limitaciones y Desafíos**
Registro de la solicitud en Excel	18	Procesos manuales, susceptibles a errores humanos y duplicidad de información.
Envío de la información al SPI (Sistema de Pago Interbancario)	9	Requiere entrada manual de datos; tiempos de espera para la autorización en Finanzas.
Realización del pago	73	Retrasos por procesamiento en lotes; falta de automatización en la aprobación final y seguimiento.

Promedio calculado según la Tabla 7 y entrevistas.

Los tiempos actuales revelan aspectos importantes sobre las eficiencias y los cuellos de botella en el proceso de gestión de viáticos. Como se muestra en la Tabla 30, *completar, aprobar y enviar el formulario de solicitud de viáticos* toma un promedio de 125 minutos. Este tiempo es significativo debido a la falta de automatización, lo que genera retrasos innecesarios. Un aspecto similar ocurre en el proceso de *revisión y aprobación*, detallado en la Tabla 31, donde la revisión por parte del jefe inmediato y el departamento de Finanzas promedia 45 y 46 minutos respectivamente. Esto refleja una alta dependencia de la disponibilidad de los autorizadores y un proceso manual que prolonga los tiempos de respuesta.

En cuanto al *registro y procesamiento de pagos*, la Tabla 33 muestra que la realización del pago puede tomar hasta 73 minutos debido a los retrasos en los procesos de procesamiento en lotes y la falta de automatización en la aprobación final. Esta falta de sistematización también es evidente en el proceso de *validación de documentación*, en la Tabla 32, donde actividades como la verificación de facturas y la corrección de errores de ventas se extienden por más de 30 minutos debido a las revisiones manuales, lo cual introduce posibilidades de error y retrasos.

c. Flujo de trabajo de los procesos para la propuesta de solución

La implementación de un sistema digital para la gestión de viáticos en ELEPCO S.A. permitirá optimizar los tiempos actuales en cada etapa. A continuación, se presentan los diagramas de flujo, que incluyen los flujos de trabajo específicos para cada uno de los departamentos y actores clave en el proceso.

- ***Flujo de trabajo general.*** El diagrama general del proceso ofrece una visión global del flujo de trabajo diseñado para la gestión de viáticos Figura 18. Este diagrama resume las etapas clave y las interacciones entre los diferentes roles involucrados, proporcionando una guía clara para el entendimiento y la implementación del proceso.

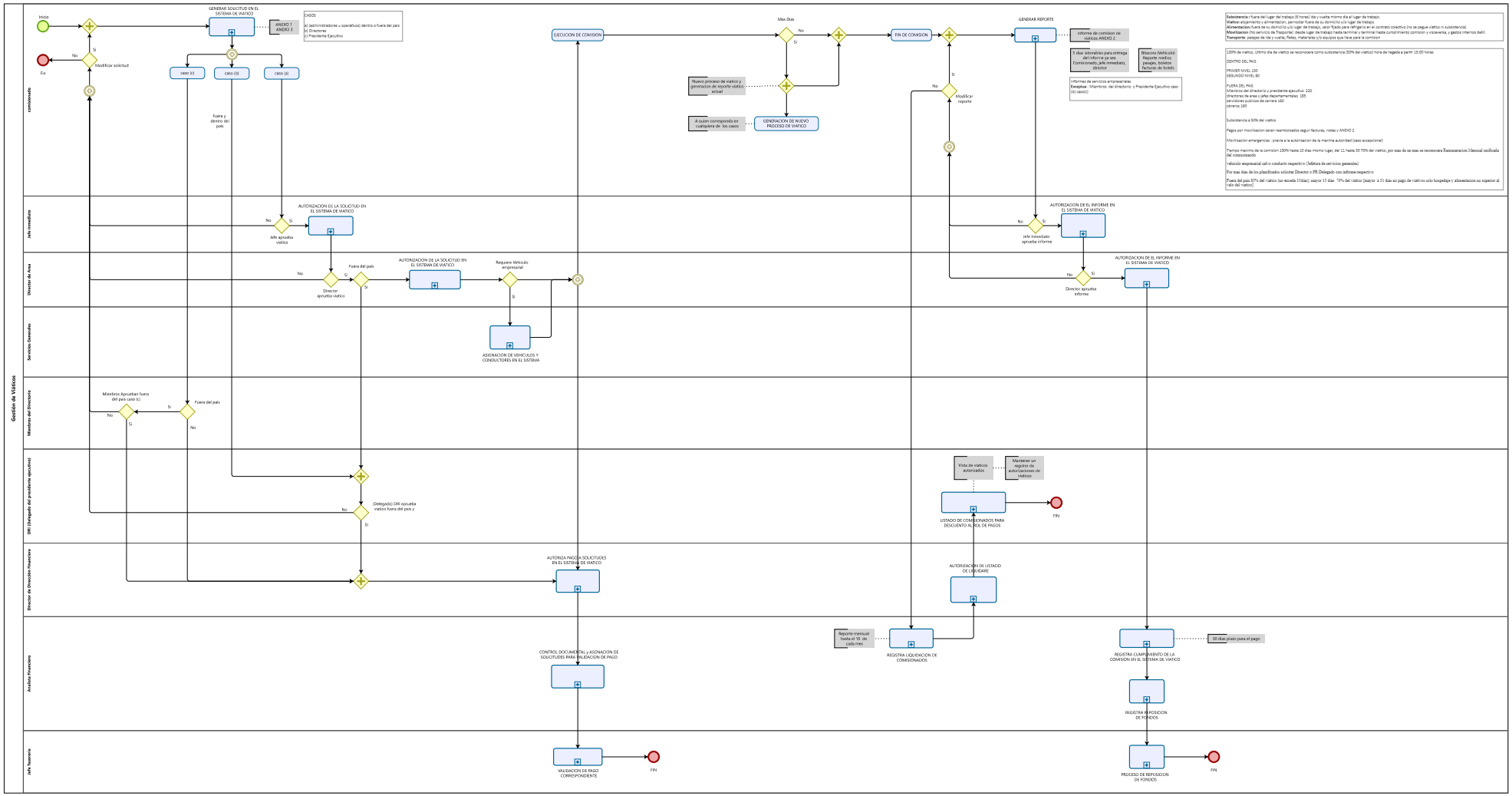


Figura 18. Diagrama de flujo general del proceso para la gestión de viáticos. (Anexo G)

- ***Actividades del comisionado.*** El Diagrama de Flujo de Actividades del Comisionado detalla las responsabilidades y tareas específicas asignadas a esta figura dentro del proceso de viáticos Figura 19. A través de esta representación visual, se busca clarificar el rol del comisionado y su contribución al flujo general, asegurando una gestión eficiente y organizada.

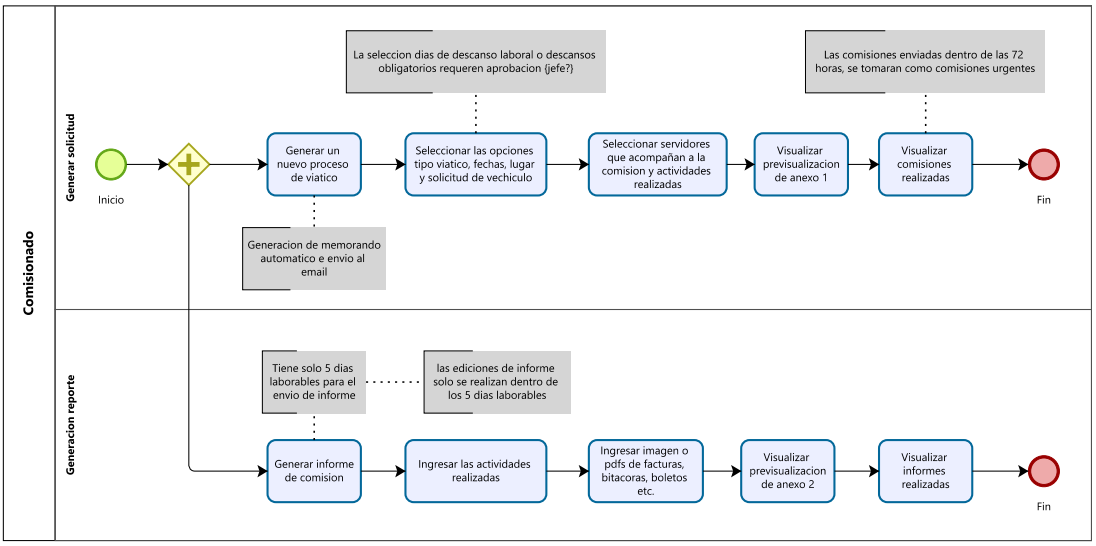


Figura 19. Diagrama de flujo de actividades del comisionado en el proceso de viáticos

- ***Actividades del autorizador.*** El Diagrama de Flujo de Actividades del Autorizador ilustra el conjunto de acciones que debe llevar a cabo esta figura clave en el proceso de viáticos Figura 20. Este diagrama permite entender mejor cómo se toman las decisiones de autorización y cómo estas impactan en el flujo general del trabajo, promoviendo una toma de decisiones más ágil y estructurada.

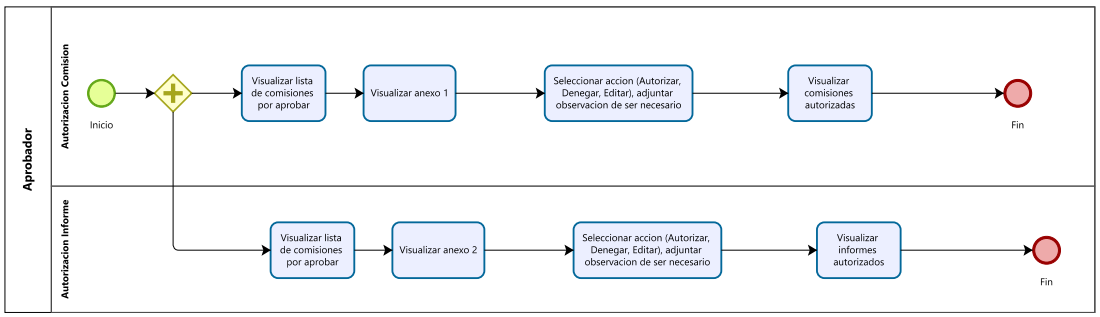


Figura 20. Diagrama de flujo de actividades del autorizador en el proceso de viáticos

- ***Actividades del departamento de servicios generales.*** El Diagrama de Flujo de Actividades del Departamento de Servicios Generales representa las tareas y funciones que este departamento ejecuta en el contexto del proceso de viáticos Figura 21. Con esta visualización, se busca resaltar la importancia de su rol en la coordinación y apoyo logístico.

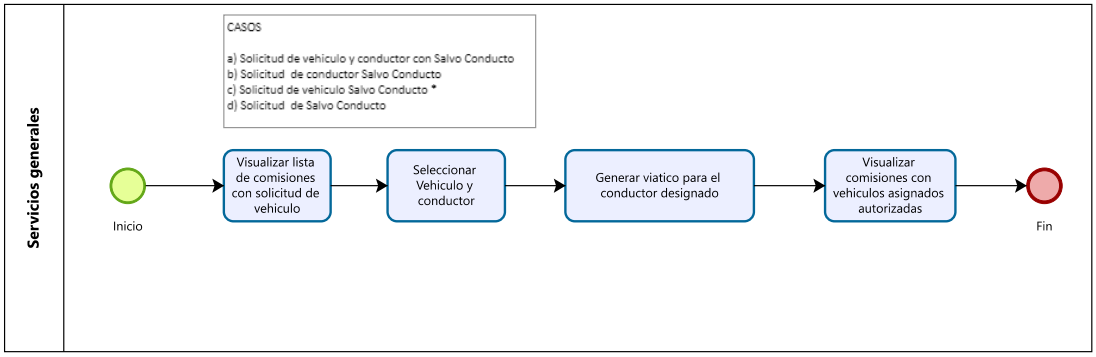


Figura 21. Diagrama de flujo de actividades de servicios generales en el proceso de viáticos

- ***Actividades del director financiero.*** El Diagrama de Flujo de Actividades del Director Financiero muestra las responsabilidades específicas que este cargo debe cumplir en el proceso de viáticos Figura 22. Este diagrama es crucial para entender cómo el director financiero supervisa y garantiza la correcta administración de los recursos económicos relacionados con los viáticos.

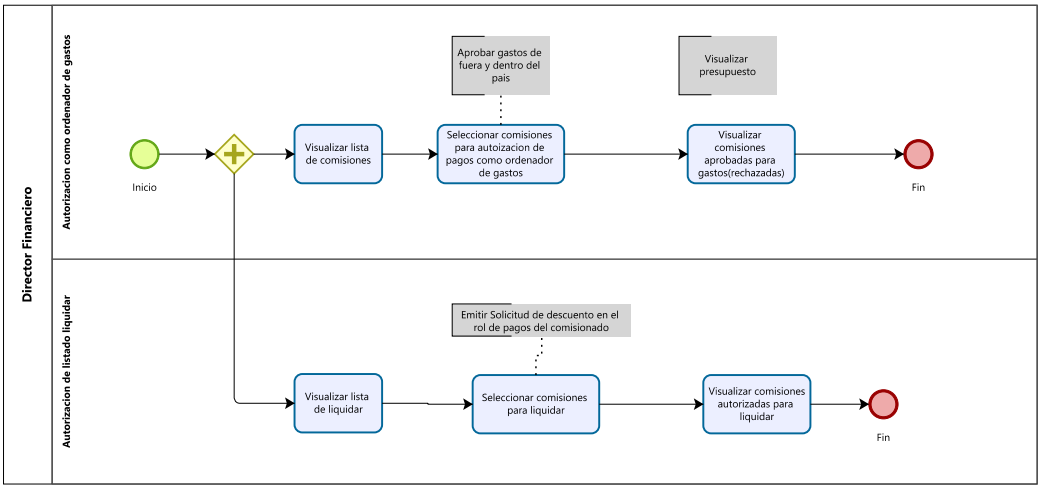


Figura 22. Diagrama de flujo de actividades del director financiero en el proceso de viáticos

- ***Actividades del analista financiero.*** El Diagrama de Flujo de Actividades del analista financiero muestra las responsabilidades y procesos específicos que este cargo debe cumplir en el proceso de viáticos Figura 23. Este diagrama es crucial para entender cómo el analista financiero verifica y valida los procesos relacionados con los viáticos.

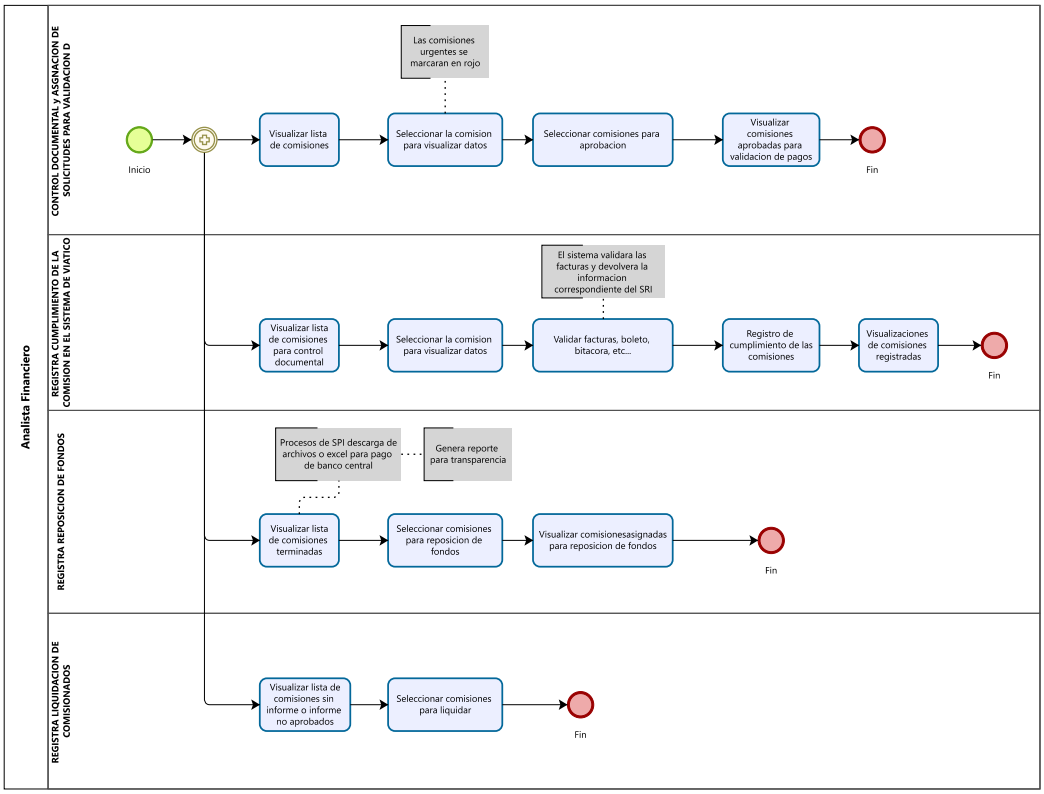


Figura 23. Diagrama de flujo de actividades del analista financiero en el proceso de viáticos

- ***Actividades del departamento de tesorería.*** El Diagrama de Flujo de Actividades del Departamento de Tesorería ilustra las funciones y procesos que este departamento lleva a cabo en el marco de la gestión de viáticos Figura 24. Esta representación es esencial para entender cómo se manejan las transacciones financieras y el control de los recursos destinados a los viáticos.

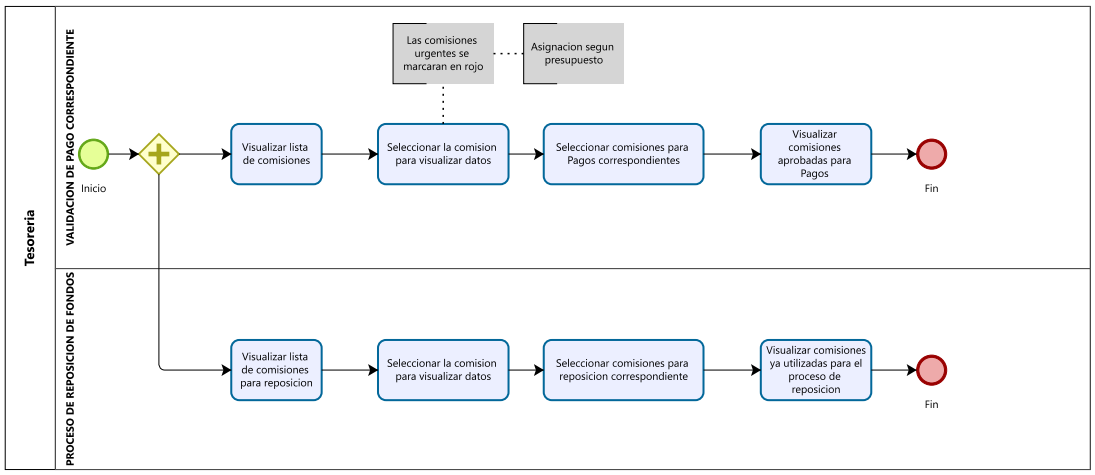


Figura 24. Diagrama de flujo de actividades del departamento de tesorería en el proceso de viáticos

- ***Actividades del departamento de recursos internos (DRI).*** El Diagrama de Flujo de Actividades del Departamento de Recursos Internos (DRI) detalla las responsabilidades y tareas que este departamento realiza en el proceso de viáticos Figura 25. Este diagrama es clave para comprender su papel en la gestión interna de recursos humanos y su impacto en la eficacia del flujo de trabajo en general.

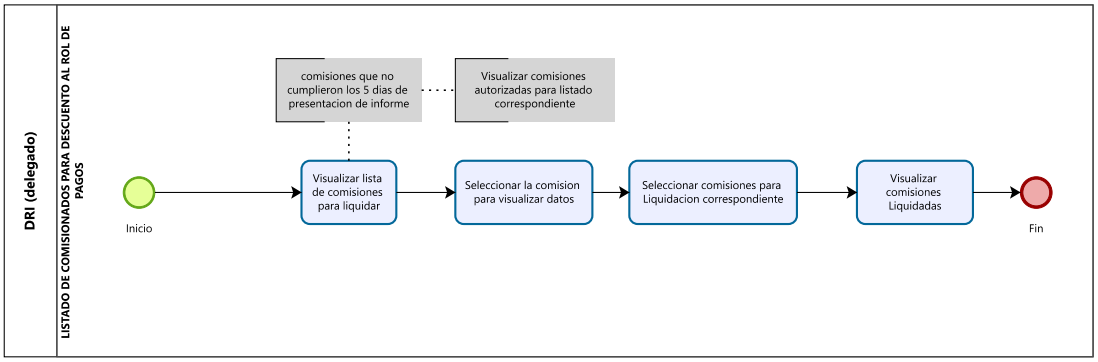


Figura 25. Diagrama de flujo de actividades del departamento de recursos internos (DRI) en el proceso de viáticos

3.3 Desarrollo de la propuesta

En esta sección se presenta el desarrollo de la propuesta para implementar un sistema de gestión de viáticos en ELEPCO S.A., diseñado para agilizar y simplificar el proceso de solicitud, aprobación y seguimiento de viáticos. La metodología seleccionada es *RAD*, que permite una respuesta flexible y rápida, adaptando continuamente el sistema en función de la retroalimentación de los usuarios. A lo largo de las etapas de RAD, se detalla la integración de tecnologías clave, como el *Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR)* y las *APIs del Servicio de Rentas Internas (SRI)*, herramientas que facilitarán la captura precisa y la validación automática de documentos. Esta metodología asegura que cada fase, desde la planificación de requisitos hasta la implementación final, contribuya a construir un sistema robusto y eficiente, orientado a las necesidades y expectativas de los usuarios finales.

3.3.1 Estructura de RAD para el Proyecto

La metodología de Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD) se destaca por su capacidad para acelerar el proceso de desarrollo de software, permitiendo la entrega rápida de prototipos funcionales que facilitan la visualización temprana del producto final. Entre sus principales ventajas se encuentran la mayor flexibilidad y adaptabilidad a los cambios en los requisitos del cliente, así como un involucramiento más activo de los usuarios a lo largo del proceso, lo que contribuye a una mejor alineación del producto con sus necesidades. Además, la metodología RAD fomenta la retroalimentación constante, lo que ayuda a identificar y corregir errores en tiempo real, reduciendo así el riesgo de fallos en el producto final. En un entorno en constante evolución, estas características hacen que RAD sea una opción efectiva para el desarrollo de sistemas informáticos, mejorando la eficiencia y la calidad del resultado final [55].

Para el desarrollo de la aplicación de gestión de viáticos, el enfoque RAD se organiza en cuatro fases clave que facilitan un ciclo iterativo y colaborativo. A continuación, se describe cada fase en el contexto del proyecto:

a. Planificación de Requisitos

En esta fase se identifican y documentan los requisitos del sistema, a través de reuniones con los interesados para comprender sus necesidades. Se definen las funcionalidades principales del sistema, como la gestión de usuarios, solicitud y aprobación de viáticos, OCR para documentos y validación con las APIs del SRI. Además, se especifican los plazos, el alcance del proyecto y se aseguran el cumplimiento de normativas relevantes.

b. Diseño del Usuario (User Design)

En esta fase se crean prototipos de las interfaces del sistema, basados en los requisitos obtenidos. Estos prototipos se validan con los usuarios finales para recoger retroalimentación y mejorar la experiencia de usuario. También se definen las funcionalidades técnicas como el OCR y la integración con el SRI, asegurando que las interacciones sean fluidas y eficientes.

c. Construcción (Construction)

En esta etapa se desarrollan los módulos del sistema en iteraciones. Cada iteración implementa una parte específica del sistema, como la base de datos, la gestión de usuarios y la integración de OCR y APIs del SRI. Se realizan pruebas de aceptación en cada iteración para asegurar que todo funcione correctamente antes de avanzar a la siguiente fase.

d. Implementación (Cutover)

La fase de implementación consiste en trasladar el sistema al entorno de producción, capacitar a los usuarios y realizar pruebas finales para asegurar que todo funcione correctamente. Se migran los datos y tras una fase de prueba con un grupo pequeño de usuarios, se lanza oficialmente el sistema, recopilando retroalimentación para posibles mejoras.

3.3.2 Fase 1: Planificación de Requisitos

a. Reunión inicial con los interesados

Se llevaron a cabo reuniones con los principales interesados del proyecto, incluidos representantes de los departamentos clave, con el objetivo de identificar y documentar de manera exhaustiva los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. Estas reuniones permitieron obtener una comprensión profunda de las necesidades del sistema, así como de las normativas y regulaciones vigentes que afectan el proceso de gestión de viáticos, garantizando que el diseño del sistema cumpla con los estándares legales y operativos. Durante estos encuentros, se discutieron aspectos como la gestión de usuarios, la automatización del proceso de solicitud y aprobación, y la integración con APIs externas, entre otros. Los resultados y las actas de estas reuniones se encuentran detalladamente documentados en los Anexos H y I, donde se incluyen las decisiones tomadas durante las discusiones, así como los acuerdos alcanzados con los involucrados clave.

b. Identificación de funcionalidades principales

En esta etapa se establece el conjunto base de funcionalidades necesarias para el desarrollo del sistema de gestión de viáticos, sustentado en el análisis previo de los requisitos funcionales en el Anexo D, los procesos actuales de la gestión de viáticos como ilustra la Figura 17 y las necesidades identificadas durante las reuniones. La finalidad de esta fase es proporcionar un marco funcional que oriente el desarrollo del sistema y asegure que las capacidades construidas respondan adecuadamente a las necesidades del negocio y a las normativas internas. Este proceso de identificación de funcionalidades comprende una revisión detallada de las siguientes fuentes de información relevantes:

- **Análisis de Procesos de Gestión de Viáticos**: En el análisis previo de los procesos de gestión de viáticos se identificaron los flujos clave y los tiempos asociados a cada etapa del proceso, tales como la creación de solicitudes de viáticos, la aprobación por parte de responsables y la liquidación de gastos. Dichos flujos evidencian las interacciones y las tareas específicas que el sistema debe facilitar, optimizar y registrar como ilustra en la Figura 18.

- **Levantamiento de Requerimientos**: En las sesiones de levantamiento de requerimientos con los usuarios, se recopilaron las necesidades específicas y expectativas del sistema, permitiendo una clara identificación de las funcionalidades esenciales véase Anexo D, asi como también los formatos de entrada y salida véase Anexos J, K y L. Los usuarios enfatizaron la importancia de simplificar el proceso de creación y seguimiento de solicitudes, así como la necesidad de un sistema de reportes robusto que permita obtener informes detallados para fines de auditoría y control interno.

- **Aprobación de Tecnologías**: El documento de aceptación de tecnologías utilizada en el sistema avala la viabilidad de las herramientas seleccionadas para la implementación de las funcionalidades, garantizando que cada componente cumple con los estándares de compatibilidad y seguridad requeridos por parte de la empresa véase Anexo E.

Con base en la información obtenida de estas fuentes, se han identificado las siguientes funcionalidades principales del sistema:

Tabla 34. Descripción de los usuarios identificados (Anexo D)

ID Usuario	**Tipo de Usuario**	**Actividades**
USNR	Solicitante	Crear y enviar solicitudes de viáticos, adjuntar comprobantes de gastos y revisar el estado de sus solicitudes.
USAU	Autorizador	Aprobar o rechazar solicitudes de viáticos, revisar informes de gastos y asegurar el cumplimiento de políticas establecidas.
USAN	Analista Financiero	Gestionar y analizar la aprobación de gastos, verificar el cumplimiento de actividades y realizar liquidaciones de viáticos.
USDF	Director Financiero	Supervisar la gestión financiera, validar informes de gastos y autorizar viáticos.
USSG	Servicios Generales	Coordinar la logística de viáticos y gestionar servicios generales relacionados con los gastos operativos.
USTE	Tesorería	Gestionar y procesar los pagos de viáticos, verificar la documentación y asegurar la liquidación correcta de gastos.
USDRI	Recursos Industriales	Gestionar la liquidación de viáticos y llevar registro de viáticos aprobados.
USAD	Administrador del Sistema	Administrar roles y permisos del sistema, definir políticas de viáticos y asegurar la correcta configuración del software.

Tabla 35. Identificación de los requerimientos del sistema de gestión de viáticos

ID	Requerimiento	Descripción	Prioridad	Riesgo
Todos los usuarios (USNR)				
R1	Iniciar sesión	Los usuarios podrán iniciar sesión autenticándose con sus credenciales, que incluyen usuario y contraseña.	Alta	Alto
R2	Cerrar sesión	Los usuarios podrán cerrar sesión en cualquier momento para garantizar la seguridad de su cuenta.	Alta	Bajo
R3	Solicitar viático	El usuario solicitante podrá crear una solicitud de viático indicando detalles como fechas, destino, motivo y presupuesto estimado.	Alta	Medio
R4	Consultar estado de solicitud	El solicitante podrá visualizar el estado de sus solicitudes de viático y recibir notificaciones de aprobación o rechazo.	Alta	Bajo
R5	Generar informes	El usuario solicitante podrá crear informes de cumplimiento de actividades vinculadas a sus viáticos.	Alta	Bajo
R6	Adjuntar documentación de respaldo	Los solicitantes podrán adjuntar y visualizar documentos de respaldo como recibos y bitácoras de viaje.	Alta	Medio
Usuario autorizador (USAU)				
R7	Autorizar o rechazar solicitudes	El autorizador podrá revisar y aprobar o rechazar solicitudes de viáticos según políticas predefinidas.	Alta	Alto
R8	Devolver solicitudes con observaciones	El autorizador podrá devolver solicitudes al solicitante con observaciones para que sean corregidas antes de la aprobación.	Media	Bajo
Analista financiero (USAN)				
R9	Revisar solicitudes aprobadas	El analista financiero podrá revisar las solicitudes aprobadas para asegurar el cumplimiento de los lineamientos financieros.	Alta	Alto
R10	Generar reportes financieros	El analista podrá generar reportes financieros sobre el gasto en viáticos por períodos y categorías específicas.	Media	Bajo
R11	Registrar comprobantes de pago	El analista podrá validar y registrar comprobantes de pago para cada solicitud de viático.	Alta	Medio
Tesorería (USTE)				
R12	Desembolsar fondos de viáticos	La tesorería podrá registrar y autorizar desembolsos de fondos para solicitudes de viáticos aprobadas.	Alta	Alto
Dirección de Finanzas (USDF)				
R13	Validar órdenes de pago	El director financiero podrá revisar y validar los pagos por concepto de viáticos generados por el sistema.	Alta	Alto

R14	Validar órdenes de liquidación de viáticos	El director financiero podrá validar las órdenes y los gastos de viáticos mediante el sistema.	Alta	Alto
Dirección de Recursos Industriales (USDRI)				
R15	Revisar informes de cumplimiento	El DRI podrá visualizar los informes de cumplimiento generados por los solicitantes para verificar la correcta ejecución del viático.	Alta	Medio
Administrador del sistema (USAD)				
R16	Gestionar roles	El administrador podrá visualizar o editar los roles y sus permisos asignados en el sistema.	Media	Bajo
R17	Configurar parámetros de viáticos	El administrador podrá definir los parámetros y políticas de viáticos, incluyendo valores máximos y criterios de aprobación.	Alta	Medio

Estas funcionalidades han sido priorizadas con base en su impacto directo en la eficiencia y seguridad del proceso de gestión de viáticos, así como en la alineación con las necesidades estratégicas de la organización. En los anexos correspondientes (ver Anexos de requerimientos D , reuniones H, I y aceptación de tecnologías E) se detalla la fundamentación de cada funcionalidad y se especifica cómo estas responden a los requerimientos de los usuarios y a las metas de la institución en cuanto a la gestión de viáticos.

c. Especificación del alcance

El siguiente plan de trabajo detalla las iteraciones y tiempos estimados para la implementación de los requerimientos del sistema de gestión de viáticos. Cada iteración se compone de un conjunto de tareas, distribuidas de acuerdo con la complejidad y prioridad de los requerimientos definidos. En total, se consideran 17 requerimientos que abarcan diversas funcionalidades como se muestra en la Tabla 36. Las tareas están organizadas en dos iteraciones, con tiempos estimados de trabajo en horas y días, con el objetivo de asegurar una ejecución eficiente y efectiva del proyecto.

Tabla 36. Plan de trabajo de iteraciones

N° Iteración	N°	ID	Requerimiento	Tiempo estimado	
				Horas	Días
Iteración 1	1	R1	Iniciar sesión	12	2
	2	R2	Cerrar sesión	6	1
	3	R3	Solicitar viático	16	2
	4	R4	Consultar estado de solicitud	16	2
	5	R5	Generar informes	16	2
	6	R6	Adjuntar documentación de respaldo	48	6
Iteración 2	7	R7	Autorizar o rechazar solicitudes	20	2.5
	8	R8	Devolver solicitudes con observaciones	16	2
	9	R9	Revisar solicitudes aprobadas	20	2.5
	10	R10	Generar reportes financieros	16	2
	11	R11	Registrar comprobantes de pago	20	2.5
	12	R12	Desembolsar fondos de viáticos	24	3
Iteración 3	13	R13	Validar órdenes de pago	20	2.5
	14	R14	Validar órdenes de liquidación de viáticos	24	3
	15	R15	Revisar informes de cumplimiento	16	2
	16	R16	Gestionar roles	16	2
	17	R17	Configurar parámetros de viáticos	20	2.5

3.3.3 Fase 2: Diseño del Usuario (User Design)

La segunda fase de desarrollo, Diseño del Usuario (User Design), se enfoca en estructurar y definir la interacción entre los usuarios y el sistema de gestión de viáticos, asegurando que todas las funcionalidades estén alineadas con los requerimientos y objetivos del proyecto. Partiendo del análisis previo del proceso de viáticos, en esta fase se desarrollarán interfaces y flujos de usuario que reflejen las tareas y pasos establecidos, proporcionando una experiencia intuitiva y eficiente. Este enfoque permite visualizar cómo se implementarán los requisitos definidos en el análisis de la Fase 1, optimizando el diseño para facilitar el uso del sistema por cada rol de usuario identificado.

a. Herramientas CASE

Durante el desarrollo del sistema de gestión de viáticos, se emplearon herramientas CASE (*Computer-Aided Software Engineering*) para apoyar las distintas fases del proyecto, proporcionando visualización y modelado que optimizan el diseño y desarrollo. Estas herramientas permitieron garantizar la calidad del sistema, abordando aspectos clave como los procesos de negocio, el diseño de interfaces y la estructura de la base de datos.

- ***Bizagi Modeler.*** es una herramienta orientada al modelado de procesos de negocio mediante la notación BPMN (*Business Process Model and Notation*). Fue empleada para representar gráficamente los flujos de trabajo relacionados con el sistema de gestión de viáticos, tales como las solicitudes, autorizaciones y pagos. Estas representaciones no solo permitieron documentar los procesos de manera clara, sino también identificar oportunidades de optimización en cada etapa.

- ***Figma.*** es una herramienta centrada en el diseño de interfaces de usuario (*UI/UX*), empleada para desarrollar prototipos interactivos que validan los flujos funcionales del sistema. En el sistema de gestión de viáticos, *Figma* permitió diseñar pantallas intuitivas y accesibles que optimizan la experiencia del usuario en procesos clave, como la solicitud y aprobación de viáticos.

- ***Dbdiagram.io.*** es una herramienta para el modelado de bases de datos que permite crear diagramas entidad-relación (ERD) de manera sencilla. Esta herramienta fue utilizada para estructurar la base de datos del sistema, representando las entidades, sus atributos y las relaciones necesarias para gestionar la información del sistema de viáticos, tales como usuarios, solicitudes, aprobaciones y pagos.

El uso de herramientas CASE como *Bizagi Modeler*, *Figma* y *Dbdiagram.io* permitió garantizar que las fases de modelado, diseño y estructura de datos fueran realizadas con estándares de calidad. Estas herramientas aseguraron que el sistema resultante estuviera alineado con las necesidades del usuario y los objetivos estratégicos de ELEPCO S.A.

b. Análisis del proceso propuesto

En esta sección, se detalla el proceso propuesto para el sistema de gestión de viáticos, tomando como base los resultados obtenidos en el análisis de procesos descrito en la sección 3.2. Dicho análisis proporciona el fundamento para el diseño de las interfaces y define la estructura de interacciones en el sistema. Para una comprensión más profunda o aclaración de conceptos específicos, el lector puede consultar la sección anterior. Aquí se presentan los flujos optimizados en función de las necesidades y roles de los usuarios identificados, cubriendo aspectos clave como la solicitud, aprobación, registro de gastos y control de desembolsos de viáticos.

c. Arquitectura

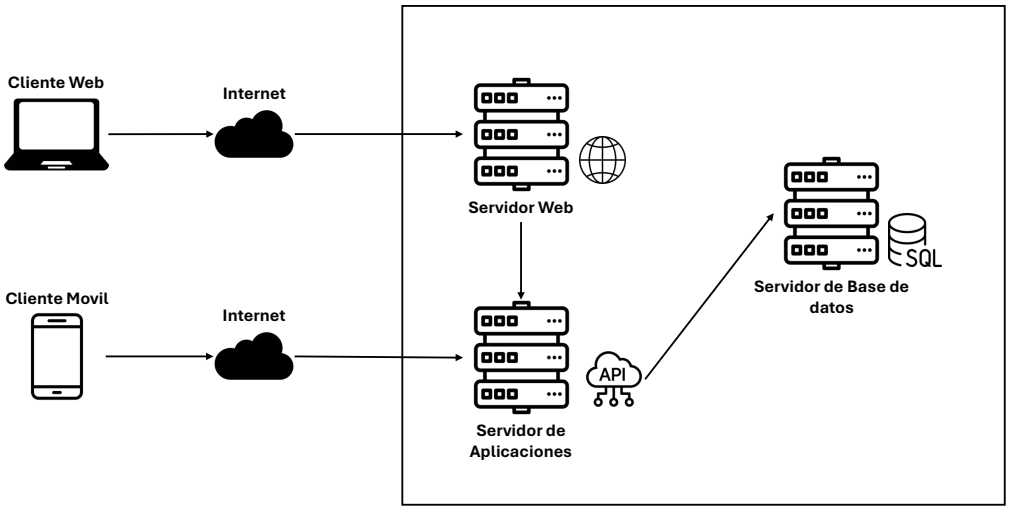


Figura 26. Arquitectura del sistema

d. Prototipado

El prototipado en el sistema de gestión de viáticos tiene como objetivo facilitar una experiencia intuitiva y eficiente para los distintos roles de usuario identificados. Basado en el análisis de procesos realizado en la sección 3.2, se han diseñado y estructurado diversas interfaces que guían al usuario a través de los principales flujos del sistema, como la solicitud de viáticos, la autorización, la gestión de informes y el control financiero. A continuación, se describen las interfaces clave:

- ***Interfaz de Iniciar Sesión.*** La interfaz de inicio de sesión en la Figura 27 permite a los usuarios acceder al sistema mediante la autenticación con credenciales seguras (usuario y contraseña). Su diseño está enfocado en la simplicidad y seguridad, con un formulario de acceso intuitivo que reduce fricciones en el ingreso. Esta pantalla es la primera interacción del usuario con el sistema, estableciendo un ambiente de confianza y accesibilidad.

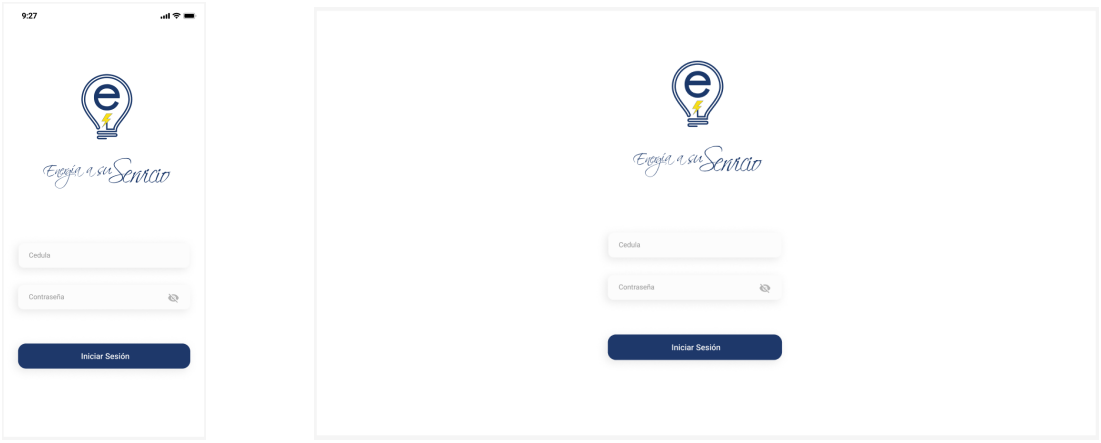


Figura 27. Prototipos de las interfaces de inicio de sesión movil y web.

- ***Interfaz de Consulta del Estado de Solicitudes.*** Esta interfaz en la Figura 28 permite a los usuarios solicitantes visualizar el estado de sus solicitudes, ya sea que estén en proceso de revisión, aprobadas o rechazadas. La pantalla presenta de manera clara los diferentes estados de cada solicitud, proporcionando notificaciones visuales que permiten una rápida identificación del estado actual. Esto mejora la transparencia y facilita la gestión del flujo de viáticos para cada usuario.

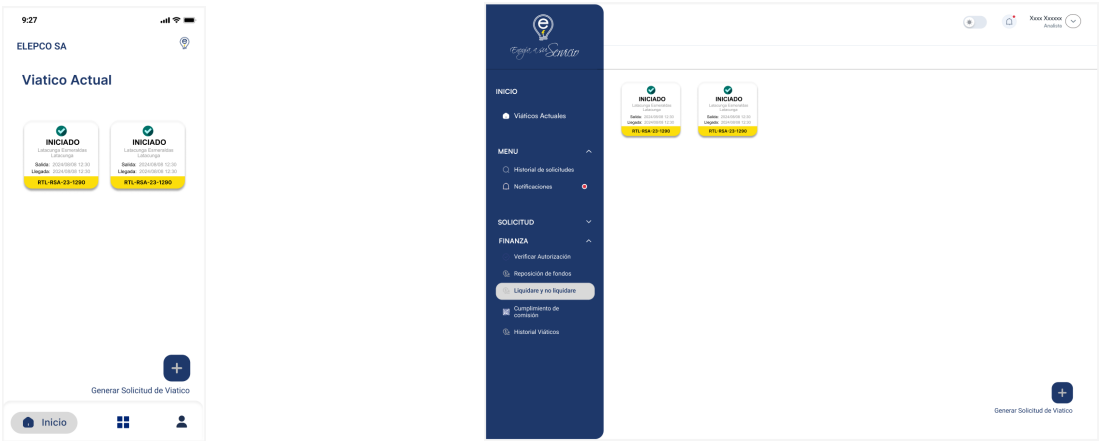


Figura 28. Prototipos de las interfaces de consulta del estado de solicitudes movil y web.

- ***Interfaz de Solicitud de Viáticos.*** La pantalla de solicitud de viáticos en la Figura 29 ofrece al usuario la posibilidad de registrar los datos necesarios para realizar una solicitud de viático, como las fechas de viaje, destino, entre otras opciones. El diseño de esta interfaz busca simplificar el proceso mediante campos claros y desplegables que optimizan la entrada de información. Este diseño permite que los usuarios ingresen datos precisos y completos, asegurando la correcta aprobación posterior.

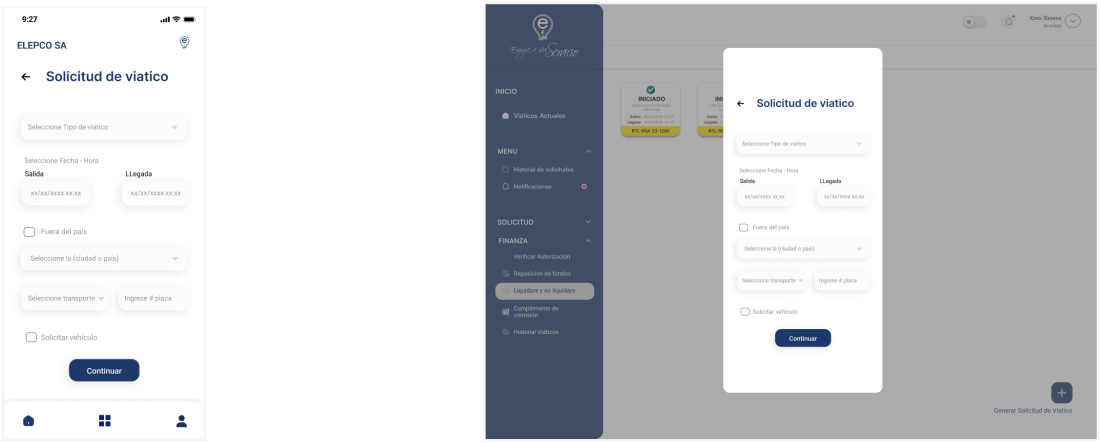


Figura 29. Prototipos de las interfaces de solicitud de viáticos movil y web.

- ***Interfaz de Autorización de Solicitudes.*** Para los usuarios con roles autorizadores, esta interfaz en la Figura 30 permite la revisión y aprobación o rechazo de las solicitudes de viáticos presentadas. Cada solicitud se presenta con la información necesaria para tomar una decisión informada, incluyendo detalles del viaje y el presupuesto propuesto. El diseño de esta interfaz está orientado a la eficiencia, permitiendo una navegación rápida y una clara visualización de los elementos importantes en cada solicitud.

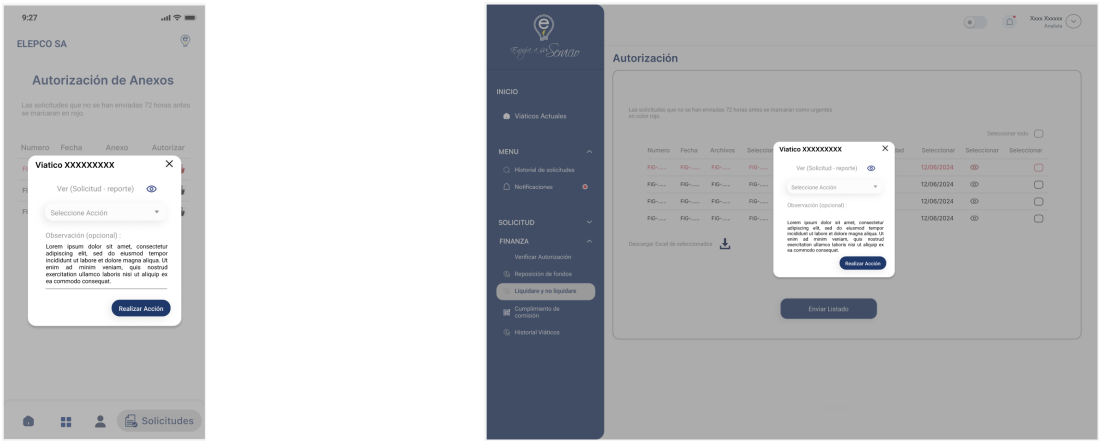


Figura 30. Prototipos de las interfaces de autorización de solicitudes movil y web.

- ***Interfaz de Generación de Informes.*** La interfaz en la Figura 31 de generación de Informes permite a los usuarios solicitantes y financieros generar informes detallados sobre los viáticos utilizados. El diseño de esta pantalla está enfocado en la claridad y flexibilidad, permitiendo filtrar y exportar información relevante en diversos formatos. Esto facilita la supervisión y análisis de los gastos, alineando la funcionalidad del sistema con las políticas financieras de la empresa.

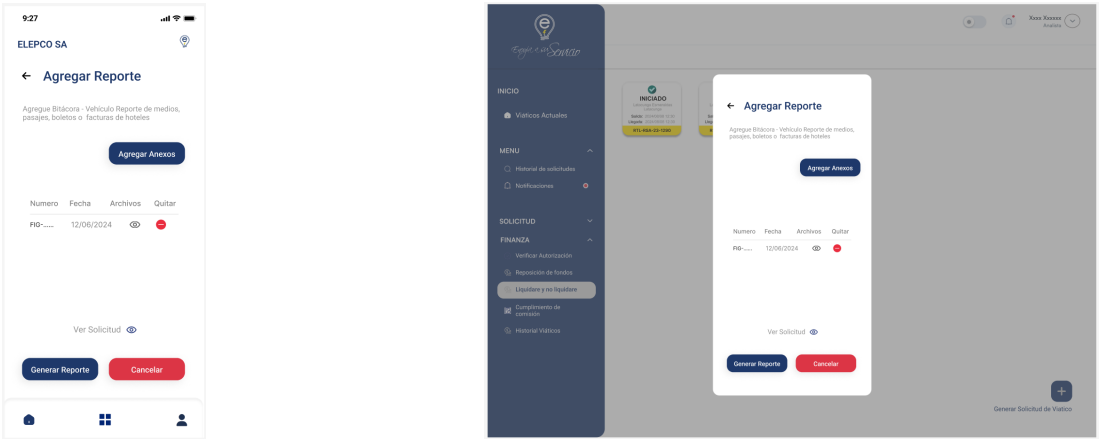


Figura 31. Prototipos de las interfaces de generación de informes movil y web.

- ***Interfaz de Validación de Cumplimiento.*** Finalmente, en la Figura 32 la interfaz de validación de cumplimiento permite a los usuarios de la Dirección de Recursos Industriales revisar los informes de cumplimiento generados por los solicitantes al finalizar el proceso de viáticos. En esta pantalla, se muestran los detalles de cada viaje y el cumplimiento de los objetivos definidos, brindando al usuario un entorno estructurado para la revisión final y la validación de los resultados obtenidos.

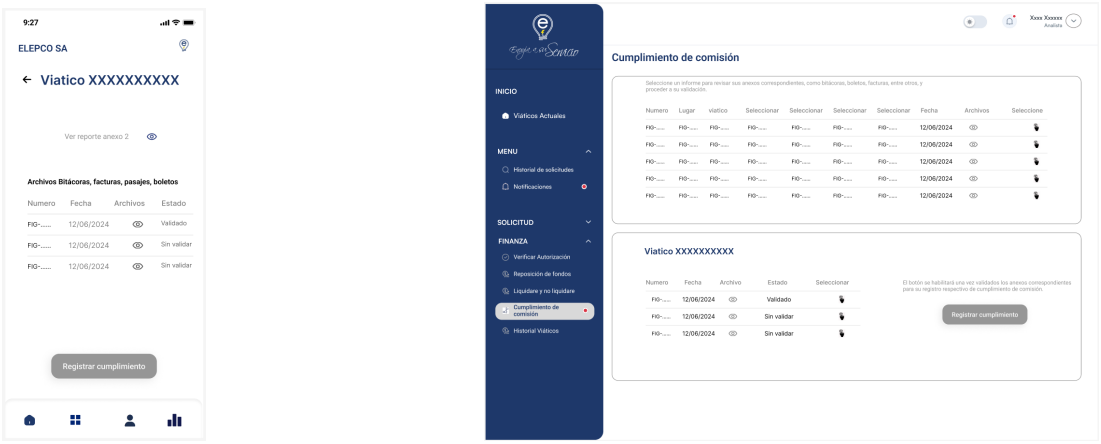


Figura 32. Prototipos de las interfaces de validación de cumplimiento movil y web.

- ***Interfaz de Desembolsos y Control Financiero.*** La interfaz de control de desembolsos en la Figura 33 permite a los usuarios en roles de tesorería y finanzas realizar el seguimiento y registro de los pagos asociados a cada solicitud de viáticos aprobada. A través de esta pantalla, los encargados pueden autorizar desembolsos y controlar el flujo financiero de los fondos destinados a viáticos. La estructura de esta interfaz facilita el seguimiento detallado de cada transacción.

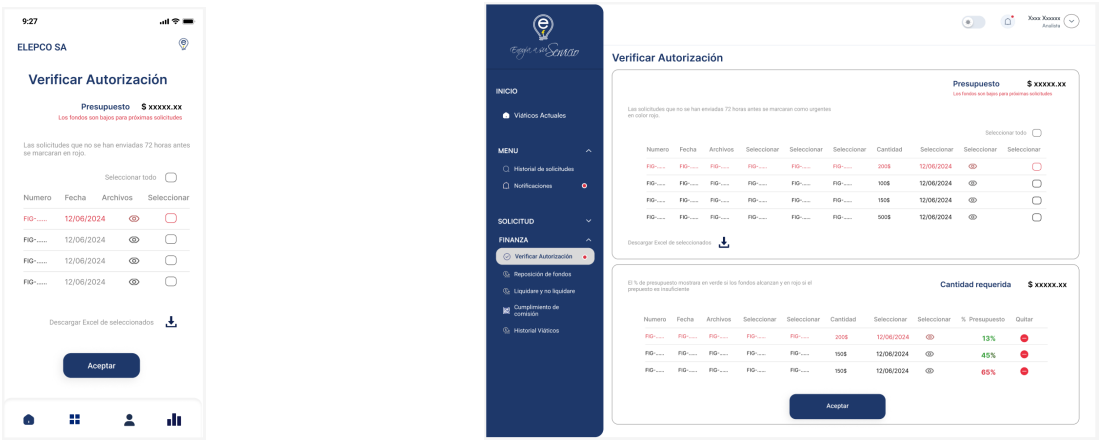


Figura 33. Prototipos de las interfaces de desembolsos y control financiero movil y web.

En conjunto, estas interfaces estructuran la interacción de cada rol de usuario con el sistema de gestión de viáticos, permitiendo un uso intuitivo y alineado con los objetivos operativos y financieros de la empresa.

3.3.4 Fase 3: Construcción (Construction)

La fase de construcción se enfoca en el desarrollo de los componentes esenciales del sistema de gestión de viáticos. Esta fase abarca el diseño y desarrollo de los módulos clave del sistema. Para garantizar que el sistema cumpla con los requisitos establecidos en las fases anteriores, se lleva a cabo una planificación meticulosa y se utilizan tecnologías y herramientas específicas que facilitan tanto el desarrollo como la integración de los componentes. La fase de construcción se divide principalmente en dos áreas fundamentales: *backend* y *frontend*. A continuación, se describen en detalle las actividades y herramientas utilizadas en cada una de estas áreas.

a. Backend

El backend es responsable de gestionar la lógica de negocio y la interacción con la base de datos. Para el desarrollo del backend se utilizará *Java 1.8* en combinación con el marco *Spring Boot*, una opción ideal para la creación de aplicaciones escalables y con arquitectura modular. Esta elección permitirá una integración eficiente con la base de datos y otros componentes del sistema, garantizando un rendimiento óptimo y la flexibilidad necesaria para el futuro crecimiento del sistema.

En este contexto, la base de datos se presenta como un componente central del sistema de gestión de viáticos, ya que almacena toda la información relevante, incluyendo solicitudes de viáticos, detalles de los usuarios, informes de gastos y registros históricos. En esta fase, se diseñará la estructura de la base de datos utilizando *DB2 AS400 de IBM*, una solución robusta y escalable elegida por su capacidad de gestionar grandes volúmenes de datos y garantizar la integridad y consistencia de la información.

- ***Modelado de la base de datos.*** Se creará un modelo de datos lógico y físico que define las tablas, relaciones y restricciones necesarias para soportar las funcionalidades del sistema. El modelado se realizo utilizando herramientas de diseño como *dbdiagram* como se muestra en la Figura 34 por lo cual facilita la creación de esquemas de bases de datos.

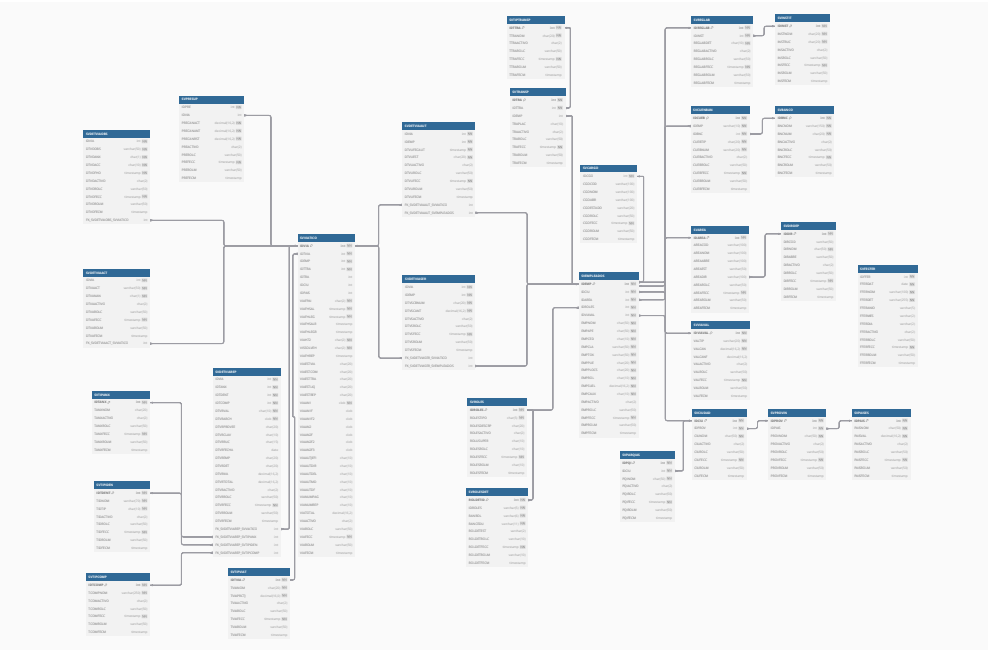


Figura 34. Modelado de la base de datos VIATICOS - ELEPCO S.A. (Anexo M)

- ***Creación de esquemas de base de datos.*** Se crearán las tablas y las vistas necesarias para almacenar la información de las solicitudes, las aprobaciones, los reportes y otros datos críticos del sistema. Para la gestión de la base de datos, se utilizarán herramientas de administración como *DBeaver*, como se muestra en la Figura 35, que facilitarán las tareas de mantenimiento y monitoreo del sistema.

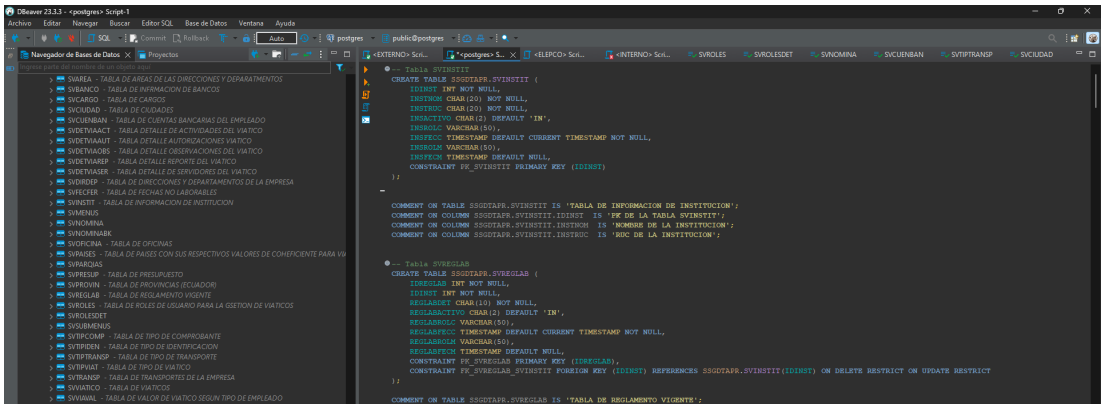


Figura 35. Gestión de la base de datos VIATICOS - ELEPCO S.A.

- ***Diseño de la arquitectura.*** El backend se diseñará bajo la arquitectura de dto y dao como se muestra en la Figura 36, lo que permite que el sistema sea escalable y modular. Cada servicio gestionará una parte del sistema, como la autenticación de usuarios, la gestión de solicitudes de viáticos, y la generación de reportes.

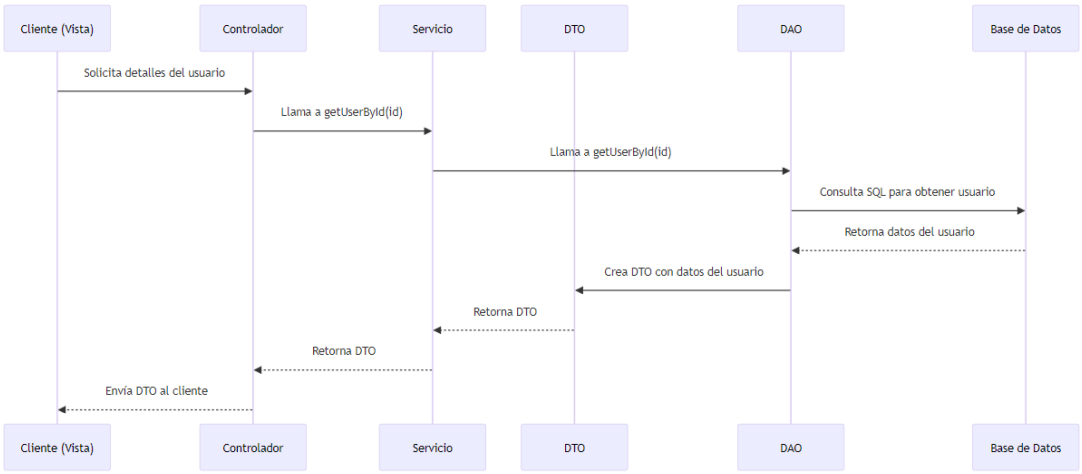


Figura 36. DTO y DAO: Patrones de Diseño en el Desarrollo de Software [59]

- ***Integración con la base de datos.*** A través de la librería *Spring Data JPA* y el conector *HikariCP*, el backend interactuará con la base de datos como se muestra en la Figura 37, gestionando las consultas y actualizaciones de los datos de manera eficiente. HikariCP proporciona un pool de conexiones rápido y eficiente para mejorar el rendimiento de la aplicación.

```
spring.datasource.url=jdbc:as400:xx.xx.xx.xx
#spring.datasource.url=jdbc:as400:xx.xx.xx.xx
spring.datasource.username=xxxxxxx
spring.datasource.password=xxxxxxx
spring.datasource.driver-class-name=com.ibm.as400.access.AS400JDBCDriver

spring.datasource.hikari.connection-test-query=VALUES 1
spring.datasource.hikari.maximum-pool-size=10
spring.datasource.hikari.minimum-idle=5
spring.datasource.hikari.idle-timeout=30000
spring.datasource.hikari.max-lifetime=1800000
spring.datasource.hikari.pool-name=HikariCP

spring.jpa.database-platform: org.hibernate.dialect.DB2400Dialect
spring.jpa.hibernate.ddl-auto: none
spring.jpa.show-sql = false
spring.jpa.properties.hibernate.dialect = org.hibernate.dialect.DB2400Dialect
spring.jpa.properties.hibernate.default_schema=xxxxxxxxxx

```

Figura 37. Pool de conexiones VIATICOS - ELEPCO S.A.

- ***Autenticación y autorización.*** Se implementará un sistema de autenticación y autorización basado en *JWT* (JSON Web Tokens) para asegurar que solo los usuarios autorizados puedan acceder a las diferentes funcionalidades del sistema de la manera que se muestra en la Figura 38. Se utilizará el marco *Spring Security* para manejar la seguridad y la autenticación.

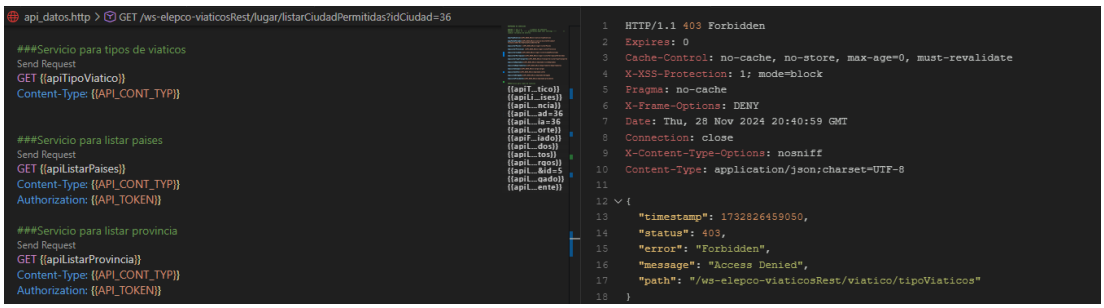


Figura 38. Implementación JWT para servicios VIATICOS - ELEPCO S.A.

- ***Implementación de APIs RESTful.*** Se desarrollarán APIs que permitan la interacción entre el frontend y el backend. Estas APIs estarán diseñadas siguiendo los principios *REST*, utilizando el formato *JSON* para facilitar la interoperabilidad entre diferentes plataformas y aplicaciones como se muestra en la Figura 39. Para la implementación de estas APIs, se utilizarán herramientas como *Swagger* para la documentación interactiva de las APIs.

```
@RequestMapping(value = "/pdfAnexo1", headers = "Accept=application/json", method = RequestMethod.POST)
public ResponseEntity<?> pdfAnexo1(HttpServletRequest request, @RequestBody Map<String, Object> anexo1) {
    try {
        if (validarToken(request) != null) {
            return ResponseEntity.ok().body(peticionReportes(anexo1, "rptViaticosAnx_1.rptdesign"));

        } else {
            return ResponseEntity.ok().body("{\"mensaje\": \"Token de seguridad incorrecto.\"}");
        }

    } catch (Exception ex) {
        return ResponseEntity.unprocessableEntity().body(ex.getMessage());
    }
}
```

Figura 39. Implementación de APIs para servicios VIATICOS - ELEPCO S.A.

- ***Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR).*** El sistema implementará un módulo de OCR utilizando *Tess4J*, una interfaz de Java para *Tesseract*, que permite el reconocimiento de texto en imágenes como se muestra en la Figura 40. Mediante la dependencia de *Tess4J* en *Maven*, el sistema podrá extraer texto de documentos escaneados, como recibos y facturas, facilitando la automatización de la entrada de datos y mejorando la eficiencia del procesamiento de solicitudes de viáticos.

```
static public String extraerTextoImagen(BufferedImage imagen) {
    BufferedImage preprocesada = preprocesamientoImagen(imagen);
    String currentDir = System.getProperty("user.dir");
    String datapath = new File(currentDir, "src/main/resources/tessdata").getAbsolutePath();
    ITesseract tesseract = new Tesseract();
    tesseract.setDatapath(datapath);
    tesseract.setLanguage("spa");
    Map<String, String> config = new HashMap<>();
    config.put("oem", "3");
    config.put("psm", "6");
    try {
        return tesseract.doOCR(preprocesada);
    } catch (TesseractException e) {
        e.printStackTrace();
        return null;
    }
}
```

Figura 40. Implementación de módulo de OCR utilizando *Tess4J*

- ***Preprocesamiento de Imagen.*** El preprocesamiento de imágenes en este sistema incluye varios pasos para mejorar la calidad de la imagen antes de realizar el Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) como se muestra en la Figura 43.

Primero, la imagen se convierte a escala de grises utilizando un filtro de conversión de color. Luego, se aplica un filtro de suavizado gaussiano utilizando un *kernel* 3x3. Este filtro suaviza la imagen al promediar los píxeles vecinos, reduciendo el ruido y mejorando la calidad visual.

Después, se aplica un filtro de acentuado de bordes. Este filtro, generalmente asociado a un *kernel*, resalta los bordes en la imagen al enfatizar las diferencias entre los píxeles adyacentes.

Finalmente, la imagen es binarizada utilizando un enfoque de binarización adaptativa. En este proceso, la imagen se divide en bloques de tamaño 29x29 píxeles. Para cada bloque, se calcula el promedio de los valores de gris de los píxeles. Luego, se establece un umbral basado en este promedio, restando un valor constante C (en este caso, 11). Los píxeles cuyo valor de gris sea mayor o igual al umbral calculado se convierten en blanco, y los demás se convierten en negro Figuras 41 y 42.

Este proceso de binarización se optimiza mediante el uso de una *imagen integral*, lo que permite calcular de manera eficiente la suma de los píxeles en cada bloque sin tener que volver a recorrer cada bloque completamente. Esto mejora el rendimiento del proceso de binarización en grandes imágenes.

```
static public BufferedImage preprocesamientoImagen(BufferedImage imagen) {

    BufferedImage gris = new BufferedImage(imagen.getWidth(), imagen.getHeight(), BufferedImage.TYPE_BYTE_GRAY);
    BufferedImageOp convertirAGris = new ColorConvertOp(ColorSpace.getInstance(ColorSpace.CS_GRAY), null);
    gris = convertirAGris.filter(imagen, gris);

    float[] suavisado = { 1 / 16f, 1 / 8f, 1 / 16f, 1 / 8f, 1 / 4f, 1 / 8f, 1 / 16f, 1 / 8f, 1 / 16f };
    BufferedImageOp suavisadoOp = new ConvolveOp(new Kernel(3, 3, suavisado));
    gris = suavisadoOp.filter(gris, null);

    float[] acentuado = { 0, -1, 0, -1, 5, -1, 0, -1, 0 };
    BufferedImageOp acentuarOp = new ConvolveOp(new Kernel(3, 3, acentuado));
    gris = acentuarOp.filter(gris, null);

    int blockSizeBinarizacion = 29;
    int C = 11;
    gris = binarizarImagenAdaptativa(gris, blockSizeBinarizacion, C);

    return gris;
}
```

Figura 41. Binarización de la Imagen.

```java
public static BufferedImage binarizarImagenAdaptativa(BufferedImage imagenGris, int blockSize, int C) {
    int width = imagenGris.getWidth();
    int height = imagenGris.getHeight();
    BufferedImage binarizada = new BufferedImage(width, height, BufferedImage.TYPE_BYTE_BINARY);
    int[][] integralImage = new int[height + 1][width + 1];
    for (int y = 1; y <= height; y++) {
        for (int x = 1; x <= width; x++) {
            int gray = imagenGris.getRGB(x - 1, y - 1) & 0xFF;
            integralImage[y][x] = gray + integralImage[y - 1][x] + integralImage[y][x - 1]
                    - integralImage[y - 1][x - 1];
        }
    }
    int halfBlockSize = blockSize / 2;
    for (int y = 0; y < height; y++) {
        for (int x = 0; x < width; x++) {
            int y1 = Math.max(y - halfBlockSize, 0);
            int y2 = Math.min(y + halfBlockSize, height - 1);
            int x1 = Math.max(x - halfBlockSize, 0);
            int x2 = Math.min(x + halfBlockSize, width - 1);
            int sum = integralImage[y2 + 1][x2 + 1] - integralImage[y1][x2 + 1] - integralImage[y2 + 1][x1]
                    + integralImage[y1][x1];
            int count = (x2 - x1 + 1) * (y2 - y1 + 1);
            int mean = sum / count;
            int gray = imagenGris.getRGB(x, y) & 0xFF;
            int binarizedPixel = (gray >= mean - C) ? 0xFFFFFF : 0x000000;
            binarizada.setRGB(x, y, binarizedPixel);
        }
    }
    return binarizada;
}
```

Figura 42. Preprocesamiento de Imagen.

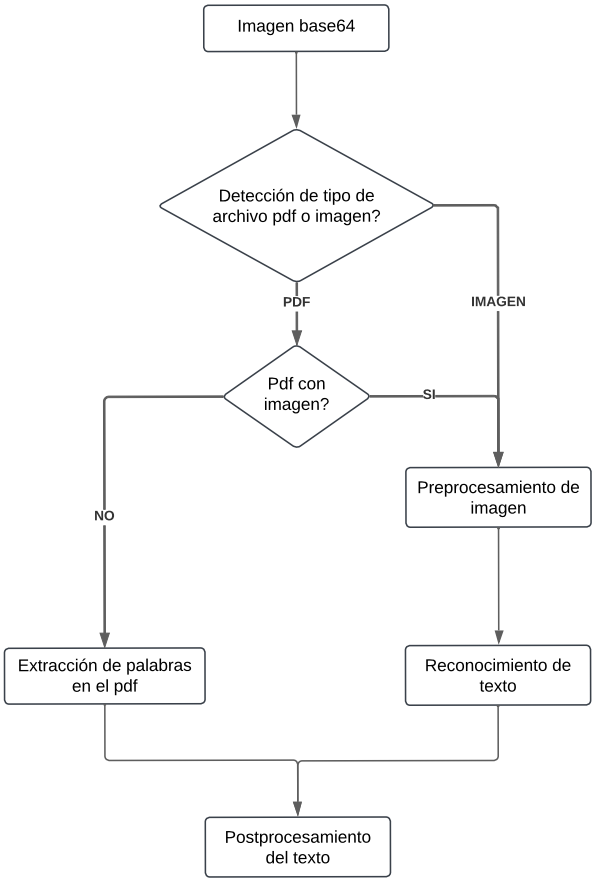


Figura 43. Flujo de reconocimiento de caracteres.

- ***Implementación de APIs Externas.*** En el desarrollo del sistema, se integrarán diversas *APIs* externas que optimizarán la interacción con servicios externos y facilitarán tareas clave, como la autorización de comprobantes electrónicos y la validación de documentos como se muestra en las Figura 44 y 45 . Estas *APIs* son fundamentales para asegurar la validez de los documentos fiscales y verificar la autenticidad de los registros, mejorando así la eficiencia y confiabilidad del sistema.

```
@RequestMapping(value = "/validarFacturaE", headers = "Accept=application/json", method = RequestMethod.POST)
public ResponseEntity<?> validarFacturaE(HttpServletRequest request, @RequestBody Map<String, Object> clave) {

    try {
        String claveAcceso = (String) clave.get("claveAcceso");
        String soapRequest = "<?xml version=\"1.0\" encoding=\"UTF-8\"?>"
                + "<Envelope xmlns=\"http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/\">" + "    <Body>"
                + "        <autorizacionComprobante xmlns=\"http://ec.gob.sri.ws.autorizacion\">"
                + "            <claveAccesoComprobante xmlns=\"\">" + claveAcceso + "</claveAccesoComprobante>"
                + "        </autorizacionComprobante>" + "    </Body>" + "</Envelope>";

        Client client = ClientBuilder.newClient();

        WebTarget target = client.target(SOAP_ENDPOINT_URL);

        Response response = target.request().post(Entity.xml(soapRequest));

        String soapResponse = response.readEntity(String.class);
        client.close();

        Map<String, Object> result = parseSoapResponse(soapResponse);
        return ResponseEntity.ok().body(result);

    } catch (Exception ex) {
        return ResponseEntity.unprocessableEntity().body("Error: " + ex.getMessage());
    }
}
```

Figura 44. Implementación de APIs Externas

```
private Map<String, Object> parseSoapResponse(String soapResponse) throws Exception {
    Map<String, Object> result = new HashMap<>();
    Map<String, Object> comprobante = new HashMap<>();

    DocumentBuilderFactory factory = DocumentBuilderFactory.newInstance();
    DocumentBuilder builder = factory.newDocumentBuilder();
    Document document = builder.parse(new InputSource(new StringReader(soapResponse)));

    DocumentBuilderFactory factorynode = DocumentBuilderFactory.newInstance();
    DocumentBuilder buildernode = factorynode.newDocumentBuilder();
    Document documentnode = buildernode.parse(new InputSource(
            new StringReader(document.getElementsByTagName("comprobante").item(0).getTextContent())));

    comprobante.put("razonSocial", documentnode.getElementsByTagName("razonSocial").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("tipoEmision", documentnode.getElementsByTagName("tipoEmision").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("nombreComercial",
            documentnode.getElementsByTagName("nombreComercial").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("codDoc", documentnode.getElementsByTagName("codDoc").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("estab", documentnode.getElementsByTagName("estab").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("ptoEmi", documentnode.getElementsByTagName("ptoEmi").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("secuencial", documentnode.getElementsByTagName("secuencial").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("dirMatriz", documentnode.getElementsByTagName("dirMatriz").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("agenteRetencion",
            documentnode.getElementsByTagName("agenteRetencion").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("fechaEmision", documentnode.getElementsByTagName("fechaEmision").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("tipoIdentificacionSujetoRetenido",
            documentnode.getElementsByTagName("tipoIdentificacionSujetoRetenido").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("razonSocialSujetoRetenido",
            documentnode.getElementsByTagName("razonSocialSujetoRetenido").item(0).getTextContent());
    comprobante.put("identificacionSujetoRetenido",
            documentnode.getElementsByTagName("identificacionSujetoRetenido").item(0).getTextContent());
```

Figura 45. Obtencion de datos SOAP

- ***Gestión de Dependencias.*** El sistema utilizará diversas dependencias para facilitar el desarrollo y la integración de componentes. Estas dependencias, gestionadas a través de *Maven* como se muestra en la Tabla 37, permiten la inclusión de librerías necesarias para la funcionalidad del sistema, como el OCR, la seguridad, y la interacción con la base de datos. Además, se utilizarán herramientas para mejorar la documentación de las APIs y la eficiencia del rendimiento, asegurando que cada componente del sistema cumpla con los requisitos técnicos establecidos.

Tabla 37. Dependencias maven utilizadas

Dependencia	**Descripción**
spring-boot-starter [websocket, web, jpa, security, test]	Dependencias de Spring Boot para habilitar WebSockets, crear aplicaciones RESTful, integrar JPA, gestionar seguridad y realizar pruebas.
tess4j, jna	Herramientas para el reconocimiento óptico de caracteres con Tesseract.
pdfbox	Herramienta de Apache para manipulación y creación de documentos PDF.
commons-io	Utilizada para operaciones de E/S con archivos.
jjwt	Librería para la creación y verificación de JSON Web Tokens (JWT).
spring-security- test	Proporciona herramientas para pruebas de seguridad.
javax.servlet - api	API de servlets utilizada en la aplicación para compatibilidad con servidores.
jt400, jcc	Conectores para trabajar con bases de datos AS400.
mail	Biblioteca utilizada para el envío de correos electrónicos.

- ***Documentación de APIs con Swagger.*** Se utilizará *Swagger* para generar una documentación interactiva de las APIs del sistema. Esta herramienta permite explorar las rutas y operaciones disponibles, así como obtener detalles sobre parámetros y respuestas, facilitando la comprensión y consumo de las APIs tanto por los desarrolladores como por servicios externos Figura 46.

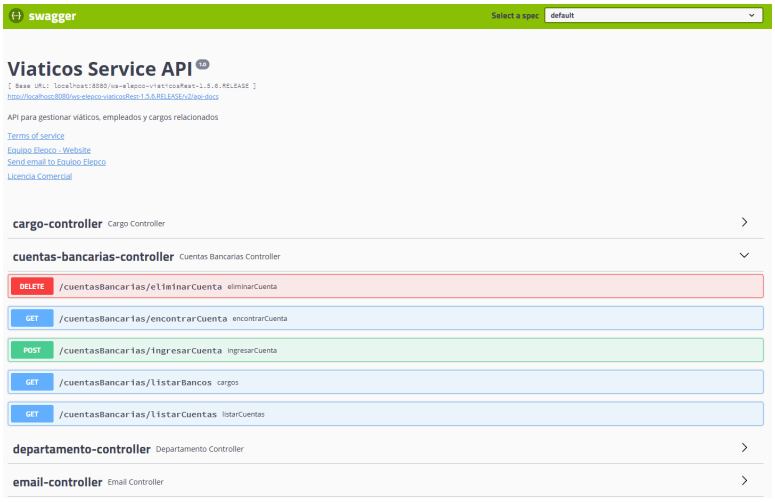


Figura 46. Documentación de APIs con Swagger

b. Frontend

El frontend es la interfaz de usuario que permitirá la interacción de los usuarios con el sistema. Se utilizará *Flutter*, una tecnología multiplataforma que permite el desarrollo de aplicaciones móviles y web de alto rendimiento con una sola base de código. *Flutter* es ideal para la creación de interfaces de usuario modernas y responsivas, lo que facilita la experiencia del usuario en diferentes dispositivos.

- ***Estructura del Proyecto en Flutter.*** Se organizará de manera modular, siguiendo las mejores prácticas de desarrollo para garantizar escalabilidad y mantenibilidad como se muestra en la Figura 47. Se estructurará en diversas carpetas y archivos, donde cada sección del código estará claramente diferenciada según su funcionalidad. Las carpetas principales incluirán `lib`, para el código fuente, y `assets`, para los recursos estáticos como imágenes y fuentes. En `lib`, se organizarán los archivos en componentes reutilizables, pantallas específicas de la aplicación, y servicios de lógica de negocio. Asimismo, se incluirán archivos de configuración como `pubspec.yaml`, que gestionan las dependencias, y `main.dart`, el punto de entrada de la aplicación.

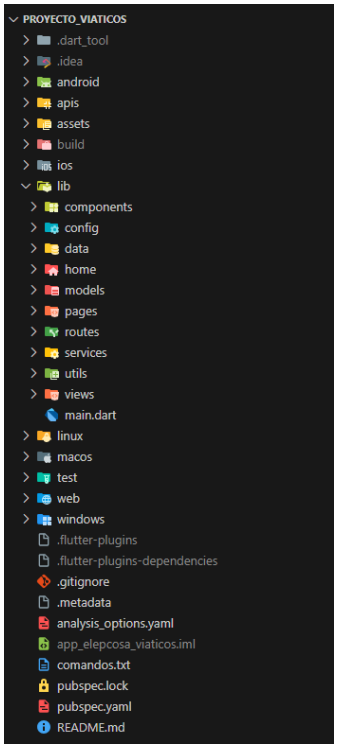
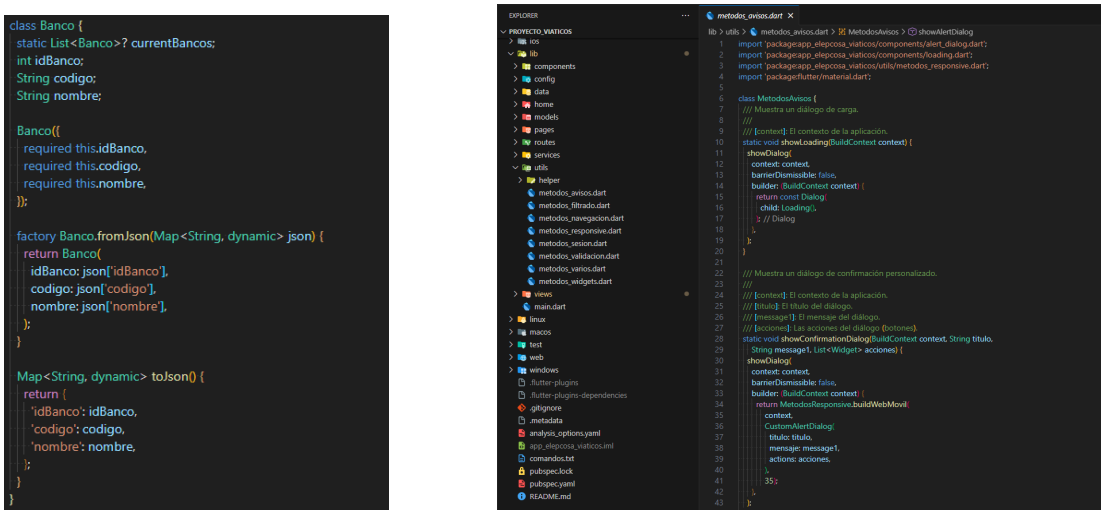


Figura 47. Estructura del Proyecto en Flutter

- ***Modularidad y Reutilización.*** En el desarrollo de la aplicación con *Flutter*, se adoptará un enfoque modular que permite dividir la funcionalidad del sistema en componentes independientes y reutilizables. Cada componente, ya sea una interfaz de usuario o una lógica de negocio, será encapsulado en módulos separados, lo que facilita su mantenimiento, pruebas y actualización sin afectar otras partes del sistema. Los métodos y funciones se organizarán de manera que puedan ser reutilizados en diferentes partes de la aplicación, lo que optimiza el desarrollo y reduce la redundancia en el código. Esta modularidad no solo mejora la legibilidad y la estructura del proyecto, sino que también permite a los desarrolladores trabajar de manera más eficiente, ya que pueden centrarse en partes específicas de la aplicación sin tener que modificar el código global. Ejemplos de esta estructura modular se presentan en las Figuras 48 y 49.



(a) Estructura de los modelos (b) Modularización de métodos y componentes

Figura 48. Representación de la estructura modular y la organización de modelos en Flutter.

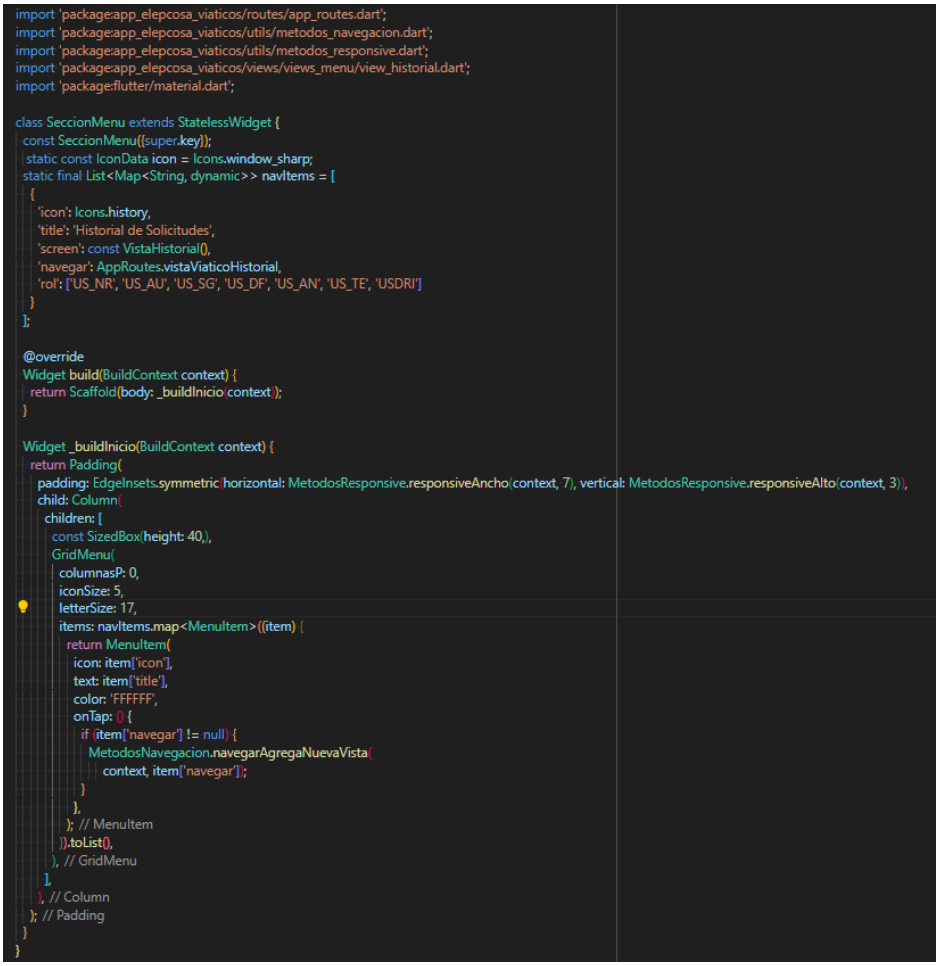


Figura 49. Construcción de interfaces

- ***Integración con el backend.*** La integración entre el frontend y el backend es fundamental para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, permitiendo una comunicación fluida y eficiente entre ambas capas. Se establecerán conexiones a través de *HTTP* utilizando *RESTful APIs*, las cuales se encargan de manejar las solicitudes y respuestas entre la interfaz de usuario y el servidor. Estas APIs facilitarán tareas esenciales como el envío de solicitudes de viáticos, la recepción de notificaciones y la generación de informes, asegurando que la información fluya de manera segura y consistente. Además, el diseño de la integración prioriza la escalabilidad, permitiendo la incorporación futura de nuevas funcionalidades sin afectar las existentes. Ejemplos específicos de cómo se gestionan las solicitudes y el consumo de APIs se ilustran en las Figuras 50 y 51, destacando la arquitectura modular y la reutilización de métodos en el sistema.

```dart
static Future<Map<String, dynamic>> solicitudHttp(String endpoint, String method,{Map<String, dynamic>? body, String? authorizationToken}) async {
  var url = Uri.parse(endpoint);
  var headers = {'Content-Type': 'application/json'};

  if (authorizationToken != null) {
    headers['Authorization'] = authorizationToken;
  }

  try {
    http.Response response;
    switch (method) {
      case AppHttp.get:
        response = await http.get(url, headers: headers);
        break;
      case AppHttp.post:
        response =
            await http.post(url, body: json.encode(body), headers: headers);
        break;
      case AppHttp.put:
        response =
            await http.put(url, body: json.encode(body), headers: headers);
        break;
      case AppHttp.delete:
        response = await http.delete(url, headers: headers);
        break;
      default:
        throw Exception('Método HTTP no válido');
    }

    if (response.statusCode == 200) {
      return json.decode(response.body);
    } else {
      return {
        'error': 'Hubo un error en la solicitudes: ${response.statusCode}'
      };
    }
  } catch (e) {
    return {'error': 'Hubo un error en la solicitud: $e'};
  }
}
}
```

Figura 50. Metodo de solicitud para las APIS

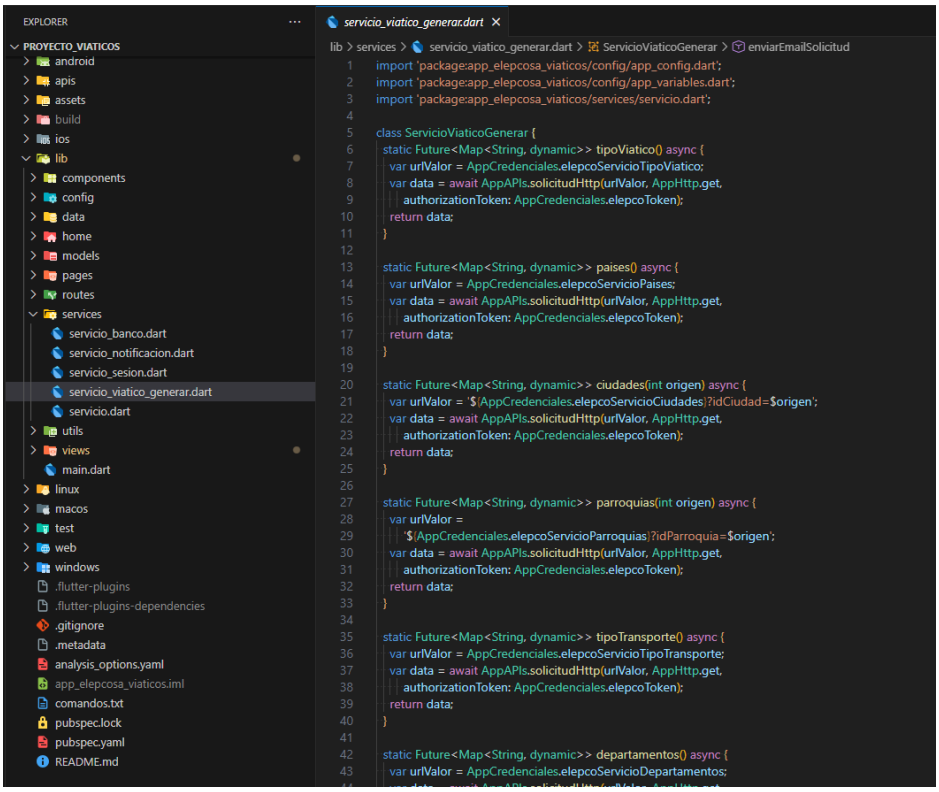


Figura 51. Uso del metodo de solicitud http

- ***Gestión de Dependencias.*** La gestión de dependencias es un aspecto fundamental tanto en el desarrollo del *frontend* como del *backend*. En el caso del *frontend*, el archivo *pubspec.yaml* de *Flutter* se encargará de administrar bibliotecas y paquetes esenciales para el proyecto las cuales se muestran en la Tabla 38.

Tabla 38. Dependencias flutter utilizadas

Dependencia	**Versión**	**Descripción**
font_awesome_flutter	10.7.0	Permite el uso de íconos de FontAwesome en aplicaciones Flutter.
intl	0.19.0	Proporciona soporte para internacionalización y formatos de fecha y número.
board_datetime_picker	2.1.4	Widget para seleccionar fechas y horas de manera interactiva.
image_picker	1.1.2	Utilizado para seleccionar imágenes de la galería o capturar con la cámara.
file_picker	8.1.2	Permite la selección de archivos en dispositivos.
shared_preferences	2.2.2	Proporciona almacenamiento local para datos simples en forma de pares clave-valor.
dart_jsonwebtoken	2.12.2	Manejo de JSON Web Tokens (JWT) para autenticación y seguridad.
esys_flutter_share_plus	2.2.0	Permite compartir archivos y contenido desde la aplicación.
http	1.2.2	Proporciona herramientas para realizar solicitudes HTTP.
flutter_custom_tabs	2.0.0	Integración con pestañas personalizadas del navegador.
web_socket_channel	3.0.1	Proporciona soporte para WebSockets en Flutter.
stomp_dart_client	2.1.0	Cliente STOMP para comunicación en tiempo real mediante WebSockets.
awesome_notifications	0.9.3+1	Manejo avanzado de notificaciones en Flutter.
syncfusion_flutter_pdfviewer	26.2.10	Widget para visualizar documentos PDF.
syncfusion_flutter_pdf	26.2.10	Herramientas para crear y manipular documentos PDF.
photo_view	0.15.0	Herramienta para visualizar y hacer zoom en imágenes.
searchfield	0.9.2	Widget para búsqueda con autocompletado.
introduction_screen	3.1.12	Ayuda a crear pantallas de introducción y tutoriales.
easy_sidemenu	0.6.0	Componente para crear menús laterales con facilidad.
data_table_2	2.5.10	Tabla avanzada con características adicionales para Flutter.
dropdown_button2	2.3.9	Widget para menús desplegables personalizados.
super_tooltip	2.0.8	Permite crear tooltips personalizados en Flutter.
encrypt	5.0.3	Herramientas para encriptar y desencriptar datos.
crypto	3.0.5	Proporciona algoritmos de criptografía como hash y HMAC.
flutter_dotenv	5.1.0	Manejo de variables de entorno en aplicaciones Flutter.
spell_check_on_client	0.0.8	Verificación ortográfica en el cliente.

- ***Desarrollo de interfaces de usuario.*** Las interfaces se crearán utilizando widgets de *Flutter* para garantizar una experiencia fluida y eficiente. Para el diseño de interfaces, se empleará *Material Design* que ofrece consistencia en la experiencia de usuario. En la Figura 52 se muestra un ejemplo de una de las interfaces.

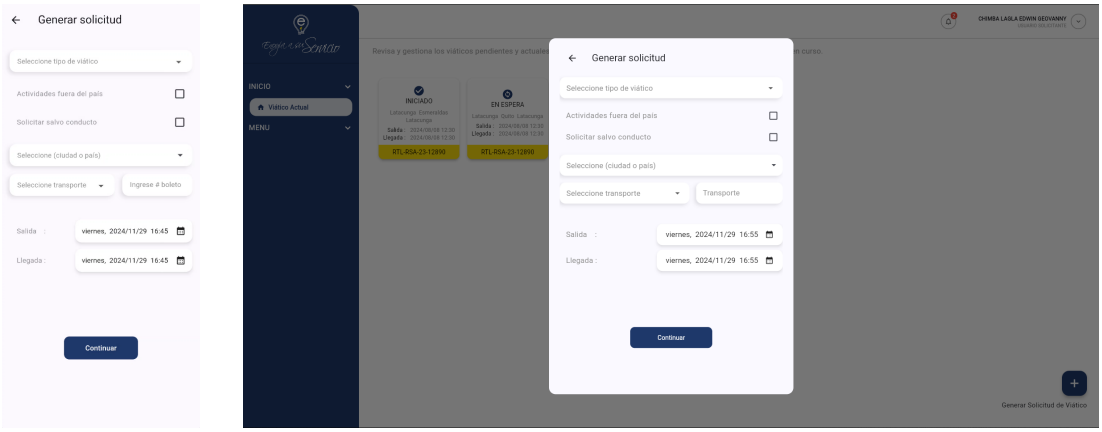


Figura 52. Interfaces de usuario movil y web.

- ***Creación de documentación técnica.*** Para el desarrollo del *frontend* en *Flutter*, se utilizará *dartdoc*, la herramienta oficial para generar documentación a partir de comentarios en el código *Dart*. Esta herramienta permite crear documentación técnica clara y estructurada, incluyendo detalles sobre métodos, clases, y estructuras de datos en la Figura 53 se muestra la interfaz *dartdoc*.



Figura 53. Documentación técnica flutter

3.3.5 Fase 4: Implementación (Cutover)

La fase de implementación es crucial para poner en marcha el sistema de gestión de viáticos en el entorno de producción. Esta fase incluye la validación final del software, la integración de los componentes y manual de usuario para asegurar que el sistema funcione correctamente en la práctica. En esta fase, se abordan varias actividades clave, que incluyen pruebas, documentación y la puesta en marcha del sistema.

a. Pruebas de Aceptación

Las pruebas de aceptación son una fase crítica en el desarrollo del sistema, ya que permiten verificar que el software cumpla con los requisitos definidos por los usuarios finales y los objetivos del proyecto, por tanto la aceptación se documentará y validará en el Anexo N. Estas pruebas no solo evalúan la funcionalidad técnica, sino también la usabilidad y la experiencia del usuario, lo que asegura que el sistema sea adecuado para su uso en un entorno real. Durante esta etapa, los usuarios finales validarán si el sistema satisface sus necesidades y expectativas.

Tabla 39. Pruebas de aceptación - primera iteración

Pruebas de aceptación			
N°	**Criterio**	**Estado**	**Usuario**
1	Iniciar sesión	Aceptado	Usuario cliente
2	Cerrar sesión	Aceptado	Usuario cliente
3	Solicitar viático	Aceptado	Usuario cliente
4	Consultar estado de solicitud	Aceptado	Usuario cliente
5	Generar informes	Aceptado	Usuario cliente
6	Adjuntar documentación de respaldo	Aceptado	Usuario cliente

Tabla 40. Pruebas de aceptación - segunda iteración

Pruebas de aceptación			
N°	**Criterio**	**Estado**	**Usuario**
7	Autorizar o rechazar solicitudes	Aceptado	Administrador de unidad
8	Devolver solicitudes con observaciones	Aceptado	Administrador de unidad
9	Revisar solicitudes aprobadas	Aceptado	Administrador de unidad
10	Generar reportes financieros	Aceptado	Administrador financiero
11	Registrar comprobantes de pago	Aceptado	Administrador financiero
12	Desembolsar fondos de viáticos	Aceptado	Administrador financiero

Tabla 41. Pruebas de aceptación - tercera iteración

Pruebas de aceptación			
N°	**Criterio**	**Estado**	**Usuario**
13	Validar órdenes de pago	Aceptado	Administrador de unidad
14	Validar órdenes de liquidación de viáticos	Aceptado	Administrador financiero
15	Revisar informes de cumplimiento	Aceptado	Administrador financiero
16	Gestionar roles	Aceptado	Desarrollador
17	Configurar parámetros de viáticos	Aceptado	Desarrollador

Tabla 42. Pruebas de Aceptación: Usabilidad y Rendimiento del Sistema

Pruebas de aceptación			
N.	**Criterio**	**Estado**	**Usuario**
1	Evaluar la velocidad de respuesta ante solicitudes.	Aceptado	Usuario cliente
2	Comprobar la facilidad de navegación en la interfaz.	Aceptado	Usuario cliente
3	Evaluar el rendimiento bajo carga elevada de usuarios.	Aceptado	Administrador de unidad
4	Verificar la experiencia de usuario en dispositivos móviles.	Aceptado	Usuario cliente
5	Verificar la experiencia de usuario en dispositivos web.	Aceptado	Usuario cliente
6	Comprobar el rendimiento bajo uso prolongado.	Aceptado	Desarrollador
7	Evaluar la seguridad en el manejo de datos personales.	Aceptado	Administrador financiero
8	Verificar tiempos de carga rápidos bajo alto tráfico.	Aceptado	Usuario cliente
9	Evaluar la recuperación rápida ante fallos.	Aceptado	Desarrollador

En este contexto, las pruebas de aceptación realizadas para el presente sistema no solo validaron la correcta implementación técnica de las funcionalidades, sino que también evaluaron aspectos clave como la experiencia del usuario, la usabilidad y el rendimiento del sistema en escenarios reales como se muestran en las Tablas 39, 40, 41 y 42. La inclusión de iteraciones específicas permitió abordar diversos aspectos del sistema, desde operaciones básicas como iniciar y cerrar sesión, hasta procesos críticos como la gestión de viáticos y la generación de informes financieros.

b. Implementación del Software

Una vez completadas satisfactoriamente las fases de desarrollo, pruebas y validación, se procederá con la implementación del software. Esta etapa es crucial para garantizar que el sistema esté plenamente funcional y operativo, alineado con los objetivos planteados. La implementación contempla varias actividades fundamentales que aseguran una adopción eficiente y sostenible.

- ***Despliegue en Producción.*** El despliegue en producción marca la transición del sistema desde los entornos de desarrollo y pruebas hacia el entorno operativo donde estará disponible para los usuarios finales. Este proceso es crítico, ya que garantiza que el sistema funcione correctamente bajo las condiciones reales de uso, asegurando la disponibilidad, escalabilidad y rendimiento óptimo. Para lograrlo, se realizarán diversas acciones, detalladas a continuación.

Configuración de Infraestructura Se implementará la infraestructura necesaria para soportar el sistema en producción, asegurando su capacidad para manejar el tráfico esperado y su robustez ante posibles fallos. En particular, el backend del sistema será empaquetado en formato *WAR* (Web Application Archive) y desplegado en el servidor de aplicaciones *WildFly*, utilizado como estándar en la empresa. Este servidor será configurado para optimizar el rendimiento y garantizar la compatibilidad con las aplicaciones empresariales existentes.

Por otro lado, se habilitará un servidor dedicado con sistema operativo Debian, configurado con las mejores prácticas de seguridad, incluyendo el uso de *SSH* para accesos remotos seguros, *UFW* (Uncomplicated Firewall) para la protección del servidor, y *Nginx* como servidor web. En este servidor se desplegará la versión compilada del frontend desarrollado en *Flutter* para web, lo que permitirá a los usuarios acceder al sistema de manera fluida y sin interrupciones.

Además, para los empleados que necesiten acceder al sistema a través de dispositivos móviles, se generará un archivo APK de la aplicación móvil. Este archivo será distribuido directamente a los usuarios para que puedan instalar la aplicación en sus dispositivos Android. La distribución del APK asegurará que los empleados puedan hacer uso del sistema desde sus teléfonos móviles, mejorando la accesibilidad y la eficiencia en la gestión de los viáticos.

Transferencia de Tablas del Esquema de Pruebas al Esquema de Producción La transferencia de las tablas del esquema de pruebas al esquema de producción dentro de la misma base de datos es un paso crucial para asegurar que los datos y la estructura del sistema en producción coincidan con los datos validados en el entorno de pruebas.

Este proceso de transferencia implica copiar las tablas correspondientes del esquema de pruebas al esquema de producción, asegurándose de que los datos relevantes y

críticos, como los registros de solicitudes de viáticos, las aprobaciones previas y los informes financieros, se preserven de forma segura. Una vez que las tablas hayan sido transferidas, se validará que todos los datos estén correctamente alineados con el sistema de producción, y se realizarán pruebas adicionales para garantizar que el sistema funcione sin errores.

En conjunto, estas acciones garantizarán una transición exitosa del sistema al entorno de producción, asegurando que cumpla con los requisitos operativos de la empresa y ofrezca una experiencia de usuario eficiente y confiable.

- ***Documentación y Manual de Usuario.*** La creación de documentación completa y estructurada es un componente esencial de la implementación, ya que asegura que tanto los usuarios finales como los equipos técnicos puedan mantener y mejorar el sistema de manera efectiva. Este esfuerzo abarca diferentes tipos de documentación que cumplen funciones específicas, garantizando que todos los involucrados tengan acceso a los recursos necesarios para comprender y utilizar el software.

El *Manual de Usuario*, detallado en el Anexo O, proporciona instrucciones claras y visuales sobre cómo operar cada una de las funciones del sistema. Este documento está diseñado para ser accesible a usuarios con distintos niveles de familiaridad con la tecnología y está organizado en secciones que corresponden a los roles asignados dentro del sistema.

La *Documentación Técnica*, detallada en la seccion 3.3.4, está destinada a proporcionar una visión integral del backend y frontend del sistema, respectivamente. En el apartado a se detalla la estructura de la base de datos, los servicios del backend, los endpoints de las *APIs* y los procesos de autenticación, garantizando que los desarrolladores y administradores técnicos puedan comprender y mantener el sistema en funcionamiento. Además, esta sección incluye diagramas de arquitectura y flujos de procesos que permiten identificar cómo interactúan los distintos componentes del sistema.

En el apartado b, se aborda la estructura y funcionamiento del frontend, incluyendo la organización de componentes, rutas, y el diseño de la interfaz de usuario. También se detalla el uso de frameworks y bibliotecas, destacando las mejores prácticas empleadas para garantizar un sistema eficiente, seguro y con una experiencia de usuario intuitiva.

Adicionalmente, para la documentación de las *APIs*, se ha utilizado *Swagger*, una herramienta moderna que permite generar documentación interactiva y visualmente atractiva para las *APIs RESTful*. Esta documentación incluye ejemplos prácticos de solicitudes y respuestas, asegurando que los usuarios técnicos puedan implementar rápidamente nuevas funcionalidades o realizar integraciones específicas.

En conjunto, estas piezas de documentación aseguran no solo el correcto uso del sistema por parte de los usuarios finales, sino también su sostenibilidad técnica y capacidad de evolución a lo largo del tiempo.

c. Análisis de Varianza para los tiempos de proceso (ANOVA): Manual vs Automatizado

El objetivo del ANOVA es comparar los tiempos promedios en las actividades del proceso manual y automatizado de solicitud, aprobación y registro de viáticos. Este análisis permite determinar si las diferencias observadas en los tiempos son estadísticamente significativas [60].

- ***Cálculo de las desviaciones estándar.*** Las desviaciones estándar para los tiempos de cada actividad en los procesos manual y automatizado se obtienen a partir de las observaciones individuales de los tiempos. La fórmula para calcular la desviación estándar (s) es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \tag{17}$$

Donde:

- x_i representa cada uno de los tiempos individuales de las actividades.
- $\bar{x}$ es la media de los tiempos para cada actividad, calculada como:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

  donde n es el número total de observaciones.

- El término $(x_i - \bar{x})^2$ es la diferencia al cuadrado entre cada tiempo individual y la media.

- La desviación estándar es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de estas diferencias, dividida por el número de observaciones menos uno.

Las desviaciones estándar se calcularon a partir de las Tablas 6 y 7 para cada actividad de los procesos manual y automatizado, como se presenta en las siguientes tablas.

- ***Datos y tiempos promedios.*** Los tiempos se presentan en las Tablas 43 y 44 para los procesos manuales y automatizados:

Tabla 43. Tiempos actuales del proceso manual

Actividad	**Promedio (minutos)**	**Desviación estándar**
Completar y enviar el formulario	125.25	10.5
Revisión de la solicitud (jefe inmediato)	45	8.3
Aprobación del director	34	6.5
Revisión por Finanzas	46	7.8
Validación de facturas	33	7.0
Registro y procesamiento de pagos	73	9.1

Tabla 44. Tiempos actuales del proceso automatizado

Actividad	**Promedio (minutos)**	**Desviación estándar**
Completar y enviar el formulario	45.2	5.0
Revisión de la solicitud (jefe inmediato)	20.1	4.2
Aprobación del director	15.3	3.8
Revisión por Finanzas	18.5	4.5
Validación de facturas	12.8	3.6
Registro y procesamiento de pagos	25.4	5.2

A continuación, se presenta la representación gráfica de los tiempos de los procesos manual y automatizado, como parte del análisis de varianza. Esta visualización, mostrada en la Figura 54, permite una comparación clara entre los tiempos de las actividades en ambos procesos, destacando las diferencias significativas en los tiempos promedio y la variabilidad observada en cada uno de ellos.

- ***Aplicación del ANOVA.*** Para realizar el ANOVA de comparación de medias entre los tiempos del proceso manual y automatizado, usamos la siguiente hipótesis:

  - H_0: No hay diferencias significativas entre los tiempos promedios del proceso manual y automatizado.

  - H_1: Existen diferencias significativas entre los tiempos promedios del proceso manual y automatizado.

El análisis de varianza se basa en la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\text{Variabilidad entre grupos (entre procesos)}}{\text{Variabilidad dentro de los grupos (interna)}} \tag{18}$$

Donde:

- La variabilidad entre grupos mide la diferencia entre los promedios de cada grupo (manual vs automatizado).

- La variabilidad interna mide la dispersión de los datos dentro de cada grupo.

Los pasos para calcular el estadístico F son los siguientes:

1. Calcular el promedio general de los tiempos.

2. Calcular la suma de cuadrados entre grupos (SSB):

$$SSB = n_1(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 + n_2(\bar{x}_2 - \bar{x})^2$$

   donde n_1 y n_2 son los tamaños de cada grupo, $\bar{x}_1$ y $\bar{x}_2$ son las medias de cada grupo, y $\bar{x}$ es la media general.

3. Calcular la suma de cuadrados dentro de los grupos (SSW): La variabilidad interna se calcula a partir de las varianzas (cuadrado de las desviaciones estándar):

$$SSW = (n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2$$

4. Calcular el estadístico F:

$$F = \frac{\text{MSB}}{\text{MSW}}$$

   donde $\text{MSB} = \frac{SSB}{k-1}$ y $\text{MSW} = \frac{SSW}{n-k}$, siendo k el número de grupos y n el número total de observaciones.

Los resultados del análisis son los siguientes:

- Media del proceso manual: $M_{\text{manual}} = 59.5$ minutos
- Media del proceso automatizado: $M_{\text{auto}} = 22.9$ minutos
- Desviación estándar manual: $s_{\text{manual}} = 8.2$
- Desviación estándar automatizada: $s_{\text{auto}} = 4.4$
- Estadístico F calculado: $F = 93.26$
- Valor crítico $F_{\text{crítico}}(1, 10, \alpha = 0.05) = 4.96$

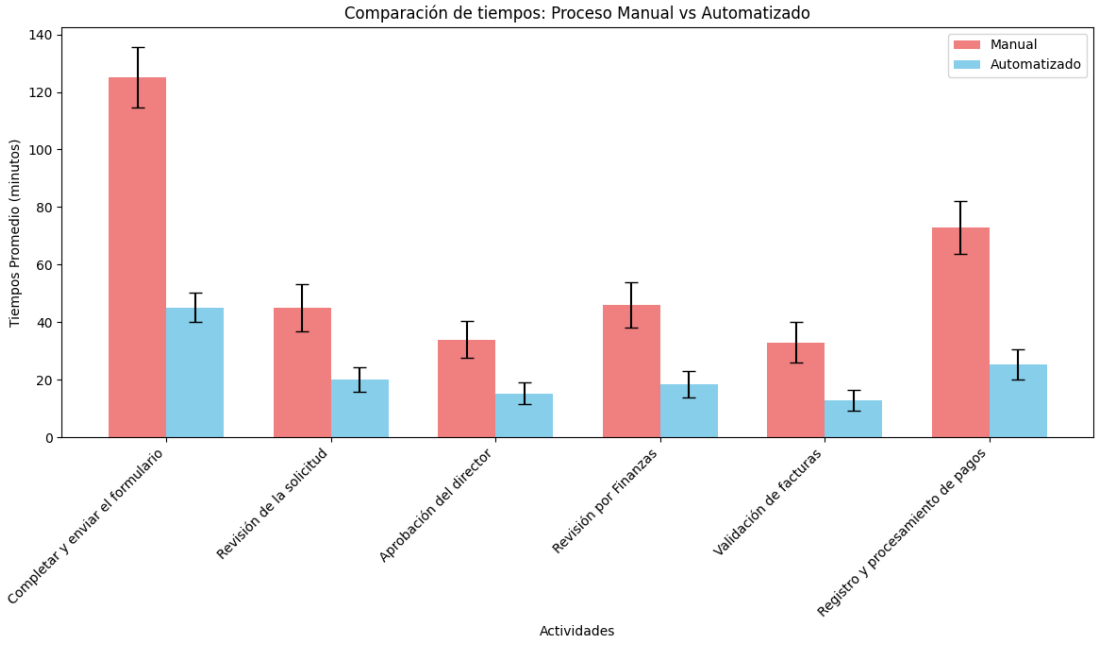


Figura 54. Análisis de Varianza para los tiempos de procesos

Dado que el valor calculado de F (93.26) es mayor que el valor crítico (4.96), se rechaza la hipótesis nula H_0. Esto indica que existen diferencias significativas entre los tiempos del proceso manual y automatizado.

El análisis de varianza demuestra que el proceso automatizado reduce significativamente los tiempos en comparación con el proceso manual. La automatización disminuye los tiempos promedio de las actividades, logrando mayor eficiencia y menor dispersión en los resultados.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo la implementación de un sistema multiplataforma de gestión financiera de viáticos, subsistencia, movilización y alimentación en la *EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.*, con el fin de mejorar la eficiencia y reducir los tiempos en los procesos de solicitud, aprobación y gestión de viáticos. A lo largo del desarrollo de este sistema, se lograron varios avances significativos en la digitalización de procesos y en la optimización de la operativa interna de la empresa.

- El análisis de herramientas de software y tecnologías avanzadas fue un factor clave para garantizar el éxito del sistema multiplataforma de gestión financiera de viáticos. La adopción de la metodología *RAD* (Desarrollo Rápido de Aplicaciones) permitió una implementación ágil y flexible, capaz de adaptarse de manera efectiva a las necesidades cambiantes de la empresa. Además, el uso de tecnologías como el *Reconocimiento Óptico de Caracteres* (OCR) automatizó el procesamiento de documentos, reduciendo considerablemente los riesgos de errores humanos y optimizando los tiempos de validación, lo cual contribuyó notablemente a la eficiencia del sistema en su totalidad.

- El análisis de los procesos actuales permitió identificar áreas de mejora e ineficiencias operativas. Con base en estos hallazgos, se diseñaron soluciones tecnológicas precisas que lograron una optimización significativa de los tiempos de gestión. La integración con APIs externas, como la validación de facturas electrónicas a través del SRI, no solo garantizó el cumplimiento de las normativas fiscales vigentes, sino que también aumentó la precisión y fiabilidad de los registros financieros, mejorando la transparencia y control sobre los recursos de la empresa.

- El desarrollo del sistema permitió automatizar tareas críticas dentro de la gestión de viáticos, como la validación de solicitudes y la conciliación de facturas, lo que resultó en una reducción sustancial de los tiempos de procesamiento. Esta automatización liberó tiempo valioso para que el personal administrativo

y financiero pudiera concentrarse en actividades de mayor valor estratégico, mejorando así la eficiencia operativa y optimizando el uso de los recursos humanos de la empresa.

- La implementación del sistema multiplataforma de gestión financiera de viáticos cumplió con los objetivos establecidos, optimizando los procesos administrativos y garantizando una mayor precisión en los registros financieros. Este sistema contribuyó a un incremento significativo en la eficiencia operativa de la *EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.*. Además, el proyecto no solo satisface las necesidades actuales de la empresa, sino que también establece una sólida base para futuras mejoras, tanto en la gestión de recursos como en la optimización continua de los procesos internos.

4.2 Recomendaciones

- Es recomendable realizar un monitoreo constante del desempeño del sistema, en particular en lo relacionado con las integraciones con servicios fiscales externos, como las APIs del SRI. Esto garantizará que el sistema se mantenga alineado con las actualizaciones y cambios normativos que puedan surgir. Además, se deben realizar pruebas continuas para verificar la integración de los sistemas externos y prevenir posibles fallos que puedan afectar la operación del sistema.

- Es fundamental llevar a cabo programas de capacitación para los usuarios finales, ya que esto garantizará que el personal esté familiarizado con las funcionalidades del sistema y pueda utilizarlo de manera eficiente. Además, dado que los usuarios pueden tener diferentes niveles de experiencia tecnológica, los programas de capacitación deben estar personalizados según las necesidades de cada grupo, asegurando una transición fluida y reduciendo el riesgo de errores operativos.

- El análisis de los datos generados por el sistema puede proporcionar información estratégica valiosa para mejorar la toma de decisiones empresariales. Se recomienda implementar herramientas de *business intelligence* (BI) que permitan la visualización de patrones y tendencias en los datos de los viáticos, lo que no solo facilitaría el monitoreo de los gastos, sino que también ayudaría a identificar áreas de optimización, posibles ahorros o tendencias de comportamiento que

podrían ser de interés a nivel gerencial.

- Es esencial que la arquitectura del sistema sea lo suficientemente flexible y escalable para adaptarse a las futuras necesidades de la empresa, como la integración con nuevas plataformas tecnológicas o la expansión a otros módulos de gestión administrativa y financiera. Esto implica el diseño de una arquitectura modular, que permita agregar componentes adicionales, como la gestión de otros tipos de gastos o la integración con sistemas de recursos humanos, de manera sencilla y eficiente.

- Dada la rapidez con la que avanza la tecnología, se recomienda realizar evaluaciones de nuevas herramientas y tecnologías que puedan mejorar la funcionalidad y eficiencia del sistema. La tecnología está en constante evolución, y herramientas emergentes, como nuevas versiones de frameworks o avances en inteligencia artificial, podrían ofrecer mejoras significativas en términos de desempeño, seguridad y capacidad de integración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M. Chui, J. Manyika, y M. Osborne, “Ai, automation, and the future of work: Ten things to solve for (tech4good) | mckinsey,” 2 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/ai-automation-and-the-future-of-work-ten-things-to-solve-for

[2] J. Turner, “Principales tendencias para el departamento financiero en 2023,” 2 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.gartner.es/es/articulos/en-que-se-centraran-los-departamentos-de-finanzas-en-2023

[3] Deloitte, “Tech trends 2024 | deloitte insights,” 2024. [En línea]. Disponible en: https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends.html

[4] PwC, “El 89% de empresas ecuatorianas están en proceso de transformación digital, según estudio,” *El Comercio*, 9 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.elcomercio.com/actualidad/empresas-ecuatorianas-proceso-transformacion-digital.html

[5] Consejo de Educación Superior. (Fecha de acceso: 2022) Código del trabajo. CES – Consejo de Educación Superior. [En línea]. Disponible en: https://www.ces.gob.ec/Codigo-del-Trabajo

[6] M. Ooi, J. John, y N. M. I. Journal, “Digitizing receipts with ocr,” *journals.uob.edu.bh*, vol. 14, pp. 2210–142, 2023. [En línea]. Disponible en: https://journals.uob.edu.bh/handle/123456789/4875

[7] Q. Uddin, “Information extraction from scanned invoices using machine learning, ocr and spatial feature mapping techniques,” 2023. [En línea]. Disponible en: https://dl.ucsc.cmb.ac.lk/jspui/handle/123456789/4705

[8] K. Thammarak, P. Kongkla, Y. Sirisathitkul, y S. Intakosum, “Comparative analysis of tesseract and google cloud vision for thai vehicle registration certificate,” *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE*, vol. 12, pp. 1849–1858, 2022.

[9] L. S. Duarte, J. Felipe, M. Ramos, y J. S. Gallego, “Extracción de información de imágenes de facturas,” 12 2022. [En línea]. Disponible en: http://hdl.handle.net/1992/63385

[10] E. Johansson, J. Hagelbäck, y R. Martinsson, “Separation and extraction of valuable information from digital receipts using google cloud vision ocr.” 2019. [En línea]. Disponible en: https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-88602

[11] G. M. Ángel, Y. Yazmin, C. Segura, y G. Burlak, “Reconocimiento de caracteres mediante ocr (optical character recognition),” *Programación matemática y software*, vol. 10, pp. 44–56, 2 2018. [En línea]. Disponible en: https://progmat.uaem.mx/progmat/index.php/progmat/article/view/2018-10-1-06

[12] K. A. B. L. B. E. M. C. TUTOR y I. S. D. J. M. Mg, “Sistema de gestión para el control de abastecimiento de combustible y mantenimiento técnico de vehículos del área de transportes de la empresa eléctrica ambato regional centro norte s.a.” 2024. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/40911

[13] R. M. C. Valarezo, “Aplicación web para la gestión de pagos de servicios proporcionados por las unidades de producción de la universidad técnica de ambato utilizando procesamiento de imágenes para la validación de datos,” 2024. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/40615

[14] F. De, C. Matemáticas, y Y. Físicas, “Desarrollo de un sistema de digitalización y reconocimiento óptico de caracteres (ocr) para los documentos de la notaria primera de quilanga-loja.” 2019. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45340

[15] Álvaro Rafael Rodríguez Sánchez, “Aplicación web móvil mediante el sdk flutter para la gestión de toma de lecturas de consumo de energía de la empresa eléctrica ambato regional centro norte s.a.” 2022. [En línea]. Disponible en: https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/15048

[16] G. Lizbeth, R. Recalde, M. Xavier, y M. R. Peñafiel, “Desarrollo de una aplicación web para fortalecer el control y gestión técnica de incidencias en la

empresa sysmarc.net.desarrollo de una aplicación web para fortalecer el control y gestión técnica de incidencias en la empresa sysmarc.net.” 9 2023. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14771

[17] D. Nugraha, F. Anjara, y S. Faizah, “Comparison of web based and pwa in online learning,” *Proceedings of the 5th FIRST T1 T2 2021 International Conference (FIRST-T1-T2 2021)*, vol. 9, pp. 201–205, 2 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.atlantis-press.com/proceedings/first-t1-t2-21/125970313

[18] A. Mhatre y S. Mali, “Progressive web applications, a new way for faster testing of mobile application products,” *2023 3rd Asian Conference on Innovation in Technology, ASIANCON 2023*, 2023.

[19] S. C. Autores y Q. H. W. H. J. S. J. Gregorio, “Desarrollo de una tienda virtual y aplicación móvil para clothing store utilizando la herramienta flutter,” 12 2022. [En línea]. Disponible en: http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10072

[20] P. D. Titulación, I. Joffre, y V. L. Acurio, “Estudio comparativo de los frameworks del desarrollo móvil nativo ”flutter” y ”react native”,” 2021. [En línea]. Disponible en: http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10516

[21] A. E. Fentaw, “Cross platform mobile application development : a comparison study of react native vs flutter,” 2020. [En línea]. Disponible en: https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/70969

[22] E. I. A. Fonseca y A. G. V. Cuenca, “Aplicación móvil hibrida utilizando el framework flutter para promocionar los atractivos turísticos del cantón guano,” 5 2022. [En línea]. Disponible en: http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9185

[23] O. A. P. A., “Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de software rup – msf – xp - scrum,” *INVENTUM*, vol. 6, pp. 64–78, 2 2011. [En línea]. Disponible en: https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/9

[24] M. J. G. Salavarría, “Uso de devops y scrum para el desarrollo de una aplicación web pwa para citas y reuniones de la empresa manticore labs.” 2023. [En línea]. Disponible en: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23515

[25] E. N. Sistemas, I. Y. D. Computacion, P. Carrasco, y F. Elizabeth, “Evaluación del sitio web de la escuela politécnica nacional utilizando el estandar iso/iec 9126,” 2008. [En línea]. Disponible en: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1046

[26] D. C. Zilio, C. Zuzarte, S. Lightstone, W. Ma, G. M. Lohman, R. J. Cochrane, H. Pirahesh, L. Colby, J. Gryz, E. Alton *et al.*, “Recommending materialized views and indexes with the ibm db2 design advisor,” pp. 180–187, 2004.

[27] H. Suryotrisongko, D. P. Jayanto, y A. Tjahyanto, “Design and development of backend application for public complaint systems using microservice spring boot,” *Procedia Computer Science*, vol. 124, pp. 736–743, 2017.

[28] M. Dudjak y G. Martinović, “An api-first methodology for designing a microservice-based backend as a service platform,” *Information Technology and Control*, vol. 49, no. 2, pp. 206–223, 2020.

[29] R. La Lau y R. La Lau, “Web server part 1: Apache/nginx basics,” *Practical Internet Server Configuration: Learn to Build a Fully Functional and Well-Secured Enterprise Class Internet Server*, pp. 183–225, 2021.

[30] B. R. Koubskỳ, “Extend wildfly application server logging capabilities.”

[31] C. F. Gallego, “Cálculo del tamaño de la muestra,” *Matronas profesión*, vol. 5, no. 18, pp. 5–13, 2004.

[32] M. Amirrudin, K. Nasution, y S. Supahar, “Effect of variability on cronbach alpha reliability in research practice,” *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, vol. 17, no. 2, pp. 223–230, 2021.

[33] L. Andrea y M. Muñoz, “Cómo validar una entrevista de preguntas abiertas: una propuesta para investigación filosófica empírica,” *Revista Saberes Educativos*, vol. 11, pp. 1–26, 7 2023. [En línea]. Disponible en: https://sabereseducativos.uchile.cl/index.php/RSED/article/view/71389

[34] Ángel Belzunegui Eraso, I. B. Icart, y I. P. Gosálbez, “El diseño del análisis cualitativo multinivel: una aplicación práctica para el análisis de entrevistas,” *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales*, vol. 0, pp. 15–44, 10 2012. [En línea]. Disponible en: https://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/view/841

[35] “Dbeaver community | free universal database tool.” [En línea]. Disponible en: https://dbeaver.io/

[36] “Debian – razones para escoger debian.” [En línea]. Disponible en: https: //www.debian.org/intro/why_debian

[37] “Overview of birt reporting - ibm documentation,” 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.ibm.com/docs/en/taddm/7.3.0?topic=birt-overview-reporting

[38] A. Malkadi, M. Alahmadi, y S. Haiduc, “A study on the accuracy of ocr engines for source code transcription from programming screencasts,” en *Proceedings of the 17th International Conference on Mining Software Repositories*, 2020, pp. 65–75.

[39] P. Jain, K. Taneja, y H. Taneja, “Which ocr toolset is good and why: A comparative study,” *Kuwait Journal of Science*, vol. 48, no. 2, 2021.

[40] C. Reul, D. Christ, A. Hartelt, N. Balbach, M. Wehner, U. Springmann, C. Wick, C. Grundig, A. Büttner, y F. Puppe, “Ocr4all—an open-source tool providing a (semi-) automatic ocr workflow for historical printings,” *Applied Sciences*, vol. 9, no. 22, p. 4853, 2019.

[41] T. Malathi, D. Selvamuthukumaran, C. D. Chandar, V. Niranjan, y A. Swashthika, “An experimental performance analysis on robotics process automation (rpa) with open source ocr engines: Microsoft ocr and google tesseract ocr,” en *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1059, no. 1. IOP Publishing, 2021, p. 012004.

[42] T. Hegghammer, “Ocr with tesseract, amazon textract, and google document ai: a benchmarking experiment,” *Journal of Computational Social Science*, vol. 5, no. 1, pp. 861–882, 2022.

[43] R. C. Gonzalez y R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 3rd ed. Prentice Hall, 2008, fórmula para la conversión a escala de grises. [En línea]. Disponible en: https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Gonzalez-Digital-Image-Processing-3rd-Edition/PGM64260.html

[44] W. Niblack, “An introduction to digital image processing,” 1986, binarización adaptativa basada en medias locales.

[45] C. F. Gauss, “The gaussian kernel and its applications,” *Mathematical Foundations*, 1924, base teórica para el filtro de suavizado Gaussiano.

[46] A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*. Prentice-Hall, 1989, filtro de mediana para eliminación de ruido.

[47] I. Sobel, “An isotropic 3x3 gradient operator for image processing,” 1970, operador Sobel para detección de bordes.

[48] J. F. Canny, “A computational approach to edge detection,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. PAMI-8, no. 6, pp. 679–698, 1986, método de detección de bordes de Canny. [En línea]. Disponible en: https://ieeexplore.ieee.org/document/4767851

[49] L. Roberts, “Machine perception of three-dimensional solids,” *PhD Dissertation*, 1965, operador Roberts para detección de bordes.

[50] S. de Rentas Internas del Ecuador (SRI), “Apis de facturación electrónica - documentación técnica,” https://www.sri.gob.ec/facturacion-electronica, 2024, incluye documentación técnica, esquemas XML, y WSDL para servicios web de pruebas y producción.

[51] P. María y G. Francisco, “Guía comparativa de metodologías Ágiles.” [En línea]. Disponible en: https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/1495/TFG-B.117 .pdf

[52] M. J. Pérez Pérez *et al.*, “Guía comparativa de metodologías ágiles,” 2012.

[53] F. J. Llamas Fernández y J. C. Fernández Rodríguez, “La metodología lean startup: desarrollo y aplicación para el emprendimiento,” *Revista ean*, no. 84, pp. 79–95, 2018.

[54] I. E. Cota, M. A. C. León, J. A. S. Bringas, A. A. L. Carrillo, y J. H. Cosío, “Gestor de solicitudes de mantenimiento utilizando un sistema web desarrollado a través de la aplicación de la metodología ágil fdd,” *Pistas Educativas*, vol. 36, no. 114, 2018.

[55] M. Serda y F. G. Becker, “Desarrollo de un sistema para gestión de becas, aplicando metodología rad,” *Uniwersytet śląski*, vol. 7, pp. 343–354, 2023. [En

línea]. Disponible en: https://bibliotecas.ucasal.edu.ar/opac_css/index.php?lvl=cmspage&pageid=24&id_notice=74334

[56] ELEPCOSA, "Estatuto orgánico – elepcosa," 2023. [En línea]. Disponible en: https://elepcosa.com.ec/nosotros/estatuto-organico/

[57] "Reglamento de viáticos de la empresa eléctrica provincial cotopaxi s.a." 5 2024. [En línea]. Disponible en: https://elepcosa.com.ec/wp-content/uploads/2024/06/ELEPCOSA-PE-2024-0109-R-3.pdf

[58] E. R. González, *Estadística general*. Universidad Central de Venezuela, 1968, no. 16.

[59] J. R. Flores. (2022, Nov) Dto y dao: Patrones de diseño en el desarrollo de software. Accedido: 2024-11-28. [En línea]. Disponible en: https://usuario-peru-ti.com/dto-y-dao-patrones-de-diseño-en-el-desarrollo-de-software/

[60] L. St, S. Wold *et al.*, "Analysis of variance (anova)," *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, vol. 6, no. 4, pp. 259–272, 1989.

ANEXOS

Anexo A. Encuesta de validación para el sistema de gestión de viáticos ELEPCO S.A.

Este encuesta tiene como objetivo recopilar información valiosa sobre la percepción y satisfacción de los usuarios respecto a la implementación del nuevo software.

1. ¿Considera que el proceso actual para solicitar viáticos, presentar evidencias, y gestionar los pagos junto con la liquidación de viáticos es ágil y eficiente?

    - Totalmente de acuerdo
    - De acuerdo
    - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Totalmente en desacuerdo

2. Cuánto tiempo dedica en promedio para completar el proceso de solicitud de viáticos?

    - Menos de media hora
    - Entre media hora y una hora
    - De dos a tres horas
    - De tres a cuatro horas
    - Más de cuatro horas

3. Cuánto tiempo dedica en promedio para realizar el informe para el cumplimiento de la comisión?

    - Menos de media hora
    - Entre media hora y una hora
    - De dos a tres horas
    - De tres a cuatro horas
    - Más de cuatro horas

4. ¿Con qué frecuencia ha tenido inconvenientes en el proceso de solicitud de viáticos?

    - Ninguna
    - Al menos una vez
    - Dos veces
    - Tres veces
    - Más de cuatro veces

5. ¿Con qué frecuencia ha tenido inconvenientes en el proceso de presentación del informe de cumplimiento de la comisión?

    - Ninguna
    - Al menos una vez
    - Dos veces
    - Tres veces
    - Más de cuatro veces

6. En tu opinión, ¿cuán satisfactorio es el tiempo de respuesta para la aprobación de solicitudes de viáticos?

    - Muy satisfactorio
    - Satisfactorio
    - Normal
    - Poco satisfactorio
    - Nada satisfactorio

7. ¿Qué tan problemático considera el tiempo que se tarda en realizar el pago de los viáticos correspondientes?

    - Nada problemático
    - Poco problemático
    - Neutral

- Problemático
- Muy problemático

8. ¿Considera útil una aplicación web, móvil que le facilite y optimice la gestión de viáticos (Solicitud, aprobación, liquidación y pagos)?

    - Totalmente de acuerdo
    - De acuerdo
    - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
    - En desacuerdo
    - Totalmente en desacuerdo

9. En qué medida consideras que la implementación del sistema web y móvil para la gestión de viáticos agilizara los procesos para la (Solicitud, aprobación, liquidación y pagos) de viáticos en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.?

    - Ayudará significativamente
    - Ayudará
    - Neutral
    - No ayudará mucho
    - No ayudará en absoluto

10. Cuál cree que será el impacto principal de implementar soluciones tecnológicas en la gestión de viáticos de la empresa?

    - Mejora significativa en la eficiencia del tiempo
    - Mejora en la precisión de los registros financieros
    - Neutral
    - Aumento en la complejidad de los procesos
    - Ningún impacto significativo

Anexo B. Guía de entrevista para representantes de las direcciones de relaciones industriales, finanzas y tecnologías de operación e información

Esta entrevista tiene como objetivo comprender a fondo los procesos de gestion de viaticos actuales y definir los requerimientos necesarios para el éxito de este proyecto.

1. ¿Cuál es el proceso actual que siguen los empleados para la solicitud de viaticos?
2. ¿Cuáles son los requisitos de información o documentos necesarios para llevar a cabo el proceso de viaticos?
3. ¿Cuál es el proceso actual que siguen para registrar y recibir los pagos de viaticos?
4. ¿De que manera validan y verifican las facturas o notas de ventas de una solicitud de viatico?
5. ¿Qué problemas o inconvenientes han tenido con el proceso actual de gestion de viaticos?
6. ¿Cómo manejan la información de una gestion de viaticos (solicitudes, evidencias, pagos y reposicion de fondos)?

Anexo C. Cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach

ENCUESTADOS	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	ITEM 8	ITEM 9	ITEM 10	SUMA
1	1	4	4	1	1	1	1	5	5	5	28
2	1	3	4	1	2	2	1	5	5	5	29
3	5	5	5	5	4	4	1	2	1	1	33
4	1	4	4	1	3	2	1	5	3	4	28
5	2	4	4	2	2	3	1	4	3	3	28
6	1	4	3	1	1	2	1	5	5	4	27
7	1	4	4	1	1	4	1	5	5	5	31
8	2	2	3	4	3	3	2	5	5	5	34
9	3	3	3	4	3	1	2	3	3	3	28
10	2	5	5	1	4	1	1	5	5	4	33
11	2	4	4	1	3	1	1	5	5	5	31
12	2	4	4	4	4	2	2	5	5	4	36
13	1	1	4	1	1	1	1	5	5	5	25
14	1	3	3	3	4	1	1	5	5	5	31
15	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	22
16	2	3	3	4	4	3	4	3	3	3	32
17	2	4	3	2	1	2	1	5	5	5	30
18	3	4	4	3	4	2	1	5	4	4	34
19	1	4	4	1	1	1	1	5	5	5	28
20	2	4	4	1	4	4	2	5	4	5	35
21	2	4	4	1	1	2	2	5	4	5	30
22	5	4	4	5	5	3	2	5	5	4	42
23	1	4	4	4	5	2	1	5	5	5	36
24	3	4	4	4	4	3	3	5	5	5	40
25	1	1	4	3	5	1	1	5	5	5	31
26	1	1	3	1	5	1	1	5	5	5	28
27	1	3	4	1	1	1	1	5	5	5	27
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
29	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	22
30	2	4	4	4	5	3	2	5	5	5	39
31	1	3	3	4	4	1	1	5	5	5	32
32	2	2	2	1	1	2	1	5	5	5	26
33	2	3	3	2	3	2	1	5	5	5	31
34	1	5	5	1	1	1	1	5	5	5	30
35	1	3	1	4	4	3	1	4	4	4	29
36	1	1	1	1	1	2	1	5	5	5	23
37	1	2	2	2	2	1	1	5	5	5	26
38	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
39	2	1	1	4	4	1	2	5	5	4	29
40	1	2	2	1	5	1	1	5	5	5	28
41	1	3	4	2	2	3	1	5	5	4	30
VARIANZA	1,20880428	1,64901844	1,42653183	2,10945866	2,38548483	1,14574658	0,73051755	0,75312314	1,03033908	0,97798929	
SUMATORIA DE VARIANZAS	13,41701368										
VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ÍTEMS	38,15823914										

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum S_i^{\,2}}{S_T^{\,2}}\right]$$

α:	Coeficiente de confiabilidad del cuestionario	**0,720**
k:	Número de ítems del instrumento	10
$\sum_{i=1}^{k} S_i^2$:	Sumatoria de las varianzas de los ítems.	13,417
S_t^2:	Varianza total del instrumento.	38,158

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Figura C1. Cálculo del coeficiente de Alfa de Cronbach

Anexo D. Documento de formalización de requerimientos - IEEE 830

Introducción

El presente documento es una Especificación de Requisitos de Software (ERS) para el desarrollo de un software de gestión de viáticos para el personal administrativo y empleados de ELEPCO S.A. Este documento se estructura en base a las directrices dadas por el estándar IEEE Práctica Recomendada para Especificaciones de Requisitos de Software ANSI/IEEE 830, 1998.

Propósito

El objetivo de este documento es establecer los requisitos tanto funcionales como no funcionales para el desarrollo de un software multiplataforma que permita la gestión eficiente de viáticos. El software será utilizado por empleados y administradores, facilitando la solicitud, aprobación, control y generación de informes de los viáticos, asegurando la transparencia en la administración de los recursos destinados a este fin.

Alcance

El software de gestión de viáticos cubrirá todo el ciclo de vida de las solicitudes de viáticos: desde la creación de solicitudes por parte de los empleados, hasta su aprobación por los administradores y la generación de informes detallados sobre el uso de los recursos. Además, se garantizará la seguridad de los datos mediante mecanismos de autenticación y permisos basados en roles. El sistema será accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet a través de una interfaz web o móvil intuitiva.

Personal involucrado

Nombre	Edison Javier Chancusig Palacios
Rol	Tesista
Categoría profesional	Estudiante de Ingeniería en Software
Responsabilidades	Desarrollador del sistema
Correo	echancusig1501@uta.edu.ec

Nombre	Ing. Santiago Jara Moya Mg.
Rol	Tutor de Tesis
Categoría profesional	Ingeniero en Sistemas
Responsabilidades	Asesoría de tesis
Correo	sd.jara@uta.edu.ec

Definiciones, acrónimos y abreviaturas

Nombre	**Descripción**
USNR	Persona solicitante que utiliza el software.
USAU	Persona autorizadora que utiliza el sistema.
USAN	Persona analista financiera que utiliza el sistema.
USDF	Persona que ocupa el cargo de director financiero y utiliza el sistema.
USSG	Persona responsable de los servicios generales que utiliza el sistema.
USTE	Persona responsable de tesorería que utiliza el sistema.
USDRI	Persona de la dirección de Recursos Industriales.
USAD	Persona encargada de administrar los roles y parámetros del viático.
DTOI	Dirección de Tecnologías de la Operación e Información.
DF	Dirección Financiera.
DRI	Dirección de Recursos Industriales.
ERS	Especificación de Requisitos de Software.
RF	Requerimiento funcional.
RNF	Requerimiento no funcional.
SGV	Software para la gestión de viáticos.

Referencias

Referencia	Título
IEEE	IEEE Std 830-1998, "IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications."
ELEPCO S.A.	Documentos de ELEPCO S.A. relacionados con la gestión de viáticos.
Encuestas y entrevistas	Resultados de encuestas y entrevistas realizadas a empleados de ELEPCO S.A. sobre necesidades y requerimientos del software.

Resumen

Este documento se organiza en tres secciones principales. La primera sección ofrece una introducción al contenido del mismo, proporcionando una visión general sobre los requisitos del software en cuestión. La segunda sección se centra en una descripción detallada del software, con el objetivo de identificar las funcionalidades clave que debe realizar, los datos involucrados, así como las restricciones, supuestos y dependencias que pueden influir en su desarrollo, sin entrar en un nivel de detalle exhaustivo. Finalmente, la tercera sección se dedica a especificar de manera detallada los requisitos que el software deberá cumplir, asegurando una descripción completa y clara de sus funcionalidades.

Perspectiva del producto

El software SGV – ELEPCO S.A está diseñado para satisfacer los requerimientos específicos de la gestión de viáticos de la empresa, con sede en la provincia de Cotopaxi. Este sistema optimizará la gestión de los procesos administrativos relacionados con la solicitud, aprobación y liquidación de viáticos, permitiendo un manejo más eficiente y transparente de los recursos. Solo el personal administrativo autorizado, como usuarios USAD en DTOI y USAN, tendrá acceso a la gestión del software y serán tratados como administradores.

Funcionalidad del producto

En esta subsección, se presentará un resumen de las funciones del futuro sistema de gestión de viáticos, diseñado para optimizar los procesos administrativos y mejorar la transparencia en la gestión de recursos. Este sistema tiene como objetivo facilitar el proceso de solicitud y aprobación de viáticos, garantizando un control más efectivo sobre los recursos asignados. A continuación, se describirán las funciones clave que contribuirán a aumentar la eficiencia en el tiempo de procesos.

1. **Gestión de Solicitudes e Informes de Viáticos:**
    - Permitir a los empleados ingresar y enviar solicitudes e Informes de viáticos de manera intuitiva.
    - Integrar un sistema de aprobación que facilite el flujo de solicitudes e Informes a través de los niveles jerárquicos.
2. **Aprobación y Liquidación:**
    - Facilitar la revisión y aprobación de solicitudes por parte de los directivos autorizados.
    - Proporcionar herramientas para la liquidación de viáticos, incluyendo la generación de informes de gastos.
3. **Configuración de Políticas de Viáticos:**
    - Permitir a los responsables financieros definir y gestionar las políticas de viáticos de la empresa.
    - Incluir opciones para establecer límites y condiciones para diferentes tipos de gastos.
4. **Reportes y Análisis:**
    - Generar reportes automáticos sobre la gestión de viáticos, incluyendo estadísticas de gastos por departamento o proyecto.
    - Ofrecer herramientas de análisis que permitan a la dirección evaluar el uso de recursos y tomar decisiones informadas.

5. **Gestión de Historial:**
    - Mantener un registro histórico de todas las solicitudes y liquidaciones de viáticos.
    - Facilitar la consulta de información histórica para auditorías y revisiones.
6. **Interfaz de Usuario Intuitiva:**
    - Proporcionar una interfaz fácil de usar para empleados y administradores.
    - Incluir tutoriales y asistencia en línea para el uso efectivo del sistema.

Características de los usuarios

Tipo de Usuario	Actividades
USNR - Solicitante	Crear y enviar solicitudes de viáticos, adjuntar comprobantes de gastos y revisar el estado de sus solicitudes.
USAU - Autorizador	Aprobar o rechazar solicitudes de viáticos, revisar informes de gastos y asegurar el cumplimiento de políticas establecidas.
USAN - Analista Financiero	Gestionar y analizar la aprobación de gastos, verificar el cumplimiento de actividades y realizar liquidaciones de viáticos.
USDF - Director Financiero	Supervisar la gestión financiera, validar informes de gastos y autorizar viáticos.
USSG - Servicios Generales	Coordinar la logística de viáticos y gestionar servicios generales relacionados con los gastos operativos.
USTE - Tesorería	Gestionar y procesar los pagos de viáticos, verificar la documentación y asegurar la liquidación correcta de gastos.
USDRI - Recursos Industriales	Gestionar la liquidación de viáticos y llevar registro de viáticos aprobados.
USAD - Administrador del Sistema	Administrar roles y permisos del sistema, definir políticas de viáticos y asegurar la correcta configuración del software.

Restricciones

1. **Restricciones de Plataforma**
    - El sistema debe ser multiplataforma, accesible desde navegadores web estándar y dispositivos móviles.
    - La interfaz debe ser compatible con navegadores actuales como Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge y Safari.
2. **Restricciones de Seguridad**
    - El sistema debe implementar autenticación segura para garantizar el acceso únicamente al personal autorizado.
    - Los permisos deben estar definidos por roles y ajustarse a los niveles jerárquicos y de autorización de ELEPCO S.A., limitando el acceso y las acciones a funciones específicas según el rol.
    - Los datos sensibles deben cifrarse tanto en almacenamiento como en tránsito, siguiendo las normativas de seguridad de datos (como AES para cifrado de datos y TLS para comunicaciones).
3. **Restricciones de Desempeño**
    - El sistema debe ser capaz de manejar hasta 50 solicitudes concurrentes sin afectar el tiempo de respuesta, garantizando el procesamiento de cada solicitud en un tiempo no mayor a 3 segundos.
    - El tiempo de respuesta máximo en cualquier operación de carga o consulta no debe exceder los 5 segundos.
4. **Restricciones de Cumplimiento y Normativa**
    - El desarrollo debe alinearse con el estándar IEEE 830-1998 para la especificación de requisitos de software.
    - El sistema debe cumplir con los requisitos legales y normativos en cuanto al manejo de información personal y financiera, conforme a la Ley Orgánica de Protección de Datos de Ecuador.

- El sistema debe ajustarse al reglamento interno de pago de viáticos de ELEPCO S.A., incluyendo las políticas y procedimientos relacionados con la solicitud, aprobación y liquidación de viáticos.

5. **Restricciones de Integración y Dependencias**

   - El sistema debe integrarse con los sistemas de gestión de nómina y contabilidad de ELEPCO S.A. para facilitar el control financiero y la automatización de pagos de viáticos.
   - Debe permitir la exportación de datos en formatos estándar, como CSV o PDF, para facilitar la integración con otros sistemas y la auditoría.

6. **Restricciones de Mantenimiento y Escalabilidad**

   - El sistema debe ser modular para facilitar futuras expansiones y actualizaciones de funcionalidades sin necesidad de rediseño completo.
   - Debe permitir la adición de usuarios y gestión de roles sin requerir cambios estructurales en el software.

7. **Restricciones de Uso**

   - El sistema estará limitado a usuarios internos de ELEPCO S.A. con cuentas autorizadas.

Suposiciones y dependencias

- Se considera que los requisitos presentados en este documento son estables y no están sujetos a modificaciones significativas.
- Es necesario que la institución disponga de los equipos requeridos para la implementación y operación del sistema, incluyendo acceso a internet.
- Se asume que todos los usuarios del sistema tendrán acceso a dispositivos con conexión a Internet para poder utilizar la plataforma de gestión de viáticos.
- Se considera que el personal administrativo y de gestión de viáticos estará capacitado para utilizar el sistema, así como para seguir los procedimientos establecidos en el reglamento interno de pago de viáticos.
- Se supone que el sistema estará integrado con las bases de datos existentes de la empresa, garantizando que la información sobre empleados y sus roles esté actualizada y sea accesible.
- Se asume que los recursos de hardware y software necesarios para el funcionamiento del sistema estarán disponibles y serán suficientes para soportar la carga del mismo.
- El desarrollo del sistema dependerá de la colaboración efectiva entre el equipo de desarrollo y los usuarios finales para asegurar que se cumplan todas las expectativas y requerimientos.
- Se presupone que el sistema deberá estar operativo en un entorno seguro y que las medidas de seguridad adecuadas serán implementadas para proteger la información sensible de la empresa y de los empleados.

Requisitos específicos

Requisitos Funcionales

Identificador	RF01
Nombre del requisito	Inicio de Sesión
Características	Los usuarios deben iniciar sesión para acceder al sistema de gestión de viáticos.
Descripción	El usuario no podrá utilizar otros módulos del sistema mientras no haya iniciado sesión.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	El usuario debe poder acceder al sistema. Un USNR no podrá visualizar los módulos de un USAU.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RF02
Nombre del requisito	Gestión de Solicitudes
Características	Los usuarios deben poder crear y enviar solicitudes de viáticos.
Descripción	Los usuarios (USNR) pueden llenar un formulario para solicitar viáticos, adjuntar documentos y enviarlo para aprobación.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	El usuario debe poder enviar su solicitud y recibir confirmación de su recepción.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RF03
Nombre del requisito	Aprobación de Solicitudes
Características	Los usuarios autorizados deben revisar y aprobar o rechazar solicitudes.
Descripción	Los usuarios (USAU) reciben notificaciones de nuevas solicitudes y pueden decidir su estado.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	Las solicitudes deben ser visibles para el usuario autorizado y su estado debe actualizarse correctamente.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RF04
Nombre del requisito	Liquidación de Gastos
Características	Permitir la gestión de la liquidación de viáticos.
Descripción	Los usuarios (USTE) verifican y procesan los gastos reportados en las solicitudes aprobadas.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	Los informes de gastos deben generarse correctamente y reflejar la liquidación realizada.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RF05
Nombre del requisito	Reportes de Viáticos
Características	Generación de reportes automáticos sobre viáticos.
Descripción	El sistema debe permitir la creación de reportes filtrados por diferentes criterios.
Prioridad del requisito	Media
Criterios de aceptación	Los reportes deben estar disponibles en formatos descargables (PDF, Excel).
Observaciones	Ninguna

Identificador	RF06
Nombre del requisito	Configuración de Políticas
Características	Permitir la configuración de políticas de viáticos.
Descripción	Los responsables financieros (USAN) definen los límites y condiciones para viáticos.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	Las políticas deben reflejarse en el sistema y aplicarse a las solicitudes de viáticos.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RF07
Nombre del requisito	Acceso Basado en Roles
Características	Implementar control de acceso basado en roles.
Descripción	Diferentes usuarios tendrán acceso a diferentes funcionalidades según su rol.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	Un USNR no debe ver las opciones de un USAU ni acceder a información que no le corresponda.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RF08
Nombre del requisito	Historial de Solicitudes
Características	Mantener un registro histórico de solicitudes y liquidaciones.
Descripción	El sistema almacenará todas las solicitudes, aprobaciones y liquidaciones para auditoría.
Prioridad del requisito	Media
Criterios de aceptación	Los usuarios deben poder consultar el historial de sus solicitudes y su estado.
Observaciones	Ninguna

Requisitos No Funcionales

Identificador	RNF01
Nombre del requisito	Rendimiento
Características	Manejo de solicitudes concurrentes.
Descripción	El sistema debe manejar hasta 50 solicitudes simultáneamente sin disminuir su rendimiento.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	El tiempo de respuesta debe ser igual o inferior a 3 segundos.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RNF02
Nombre del requisito	Seguridad
Características	Protección de datos sensibles.
Descripción	El sistema debe utilizar encriptación para datos sensibles y tener un sistema de autenticación robusto.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	Los datos deben ser inaccesibles a usuarios no autorizados.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RNF03
Nombre del requisito	Usabilidad
Características	Interfaz intuitiva.
Descripción	La interfaz debe ser clara y permitir a los usuarios realizar tareas sin capacitación extensa.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	Los usuarios deben poder completar sus tareas en menos de 5 minutos tras la primera vez.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RNF04
Nombre del requisito	Compatibilidad
Características	Accesibilidad en múltiples dispositivos.
Descripción	El sistema debe funcionar en dispositivos móviles y de escritorio, en todos los navegadores principales.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	El acceso debe ser fluido sin importar el dispositivo utilizado.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RNF05
Nombre del requisito	Escalabilidad
Características	Crecimiento en el uso del sistema.
Descripción	El sistema debe ser capaz de escalar para soportar un aumento en el número de usuarios y solicitudes.
Prioridad del requisito	Media
Criterios de aceptación	La infraestructura del sistema debe permitir la ampliación sin interrupciones.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RNF06
Nombre del requisito	Mantenimiento
Características	Facilidad de actualización.
Descripción	El sistema debe ser sencillo de actualizar y mantener para incorporar nuevas funcionalidades.
Prioridad del requisito	Media
Criterios de aceptación	No debe haber tiempos de inactividad prolongados durante las actualizaciones.
Observaciones	Ninguna

Identificador	RNF07
Nombre del requisito	Cumplimiento Normativo
Características	Alineación con regulaciones internas.
Descripción	El sistema debe cumplir con el reglamento interno de pago de viáticos de ELEPCO S.A.
Prioridad del requisito	Alta
Criterios de aceptación	Todas las funcionalidades del sistema deben ser revisadas para asegurarse de que cumplen con las regulaciones internas.
Observaciones	Ninguna

Interfaces Externas

En esta sección se describen los requisitos que afectan a las interfaces del sistema, incluyendo la interfaz de usuario, la interacción con otros sistemas (tanto hardware como software), y las interfaces de comunicación.

Interfaz de Usuario

El sistema de gestión de viáticos debe contar con una interfaz de usuario amigable e intuitiva, que permita a los usuarios realizar las siguientes acciones:

- **Acceso al Sistema:** Los usuarios deben poder iniciar sesión fácilmente mediante credenciales seguras.
- **Navegación Intuitiva:** El diseño debe permitir a los usuarios acceder a las diferentes funcionalidades (solicitudes, historial) sin complicaciones.
- **Ayuda en Línea:** Proporcionar tutoriales y asistencia en línea para facilitar el uso del sistema.
- **Validaciones:** El sistema debe mostrar mensajes de error claros y concisos en caso de que se introduzcan datos incorrectos.

Interfaz con Otros Sistemas

El sistema deberá interactuar con los siguientes sistemas para asegurar una gestión eficiente de viáticos:

- **Sistema de Nómina:** Integración para validar la información de los empleados que solicitan viáticos, asegurando que solo el personal autorizado pueda realizar solicitudes.
- **Sistema Financiero:** Conexión con el sistema de contabilidad de la empresa para la liquidación de gastos y el reporte financiero.

Interfaces de Comunicación

El sistema debe permitir la comunicación efectiva con los usuarios y otros sistemas a través de:

- **Notificaciones por Correo Electrónico:** Enviar correos automáticos a los usuarios sobre el estado de sus solicitudes (aprobación, rechazo, comentarios).
- **API REST:** Proporcionar una interfaz de programación de aplicaciones (API) que permita a otros sistemas interactuar con el sistema de gestión de viáticos, facilitando la integración con aplicaciones externas.

Funciones

Esta sección especifica todas aquellas acciones (funciones) que deberá llevar a cabo el software de gestión de viáticos. Se han organizado las funciones según diferentes criterios, considerando la naturaleza y el enfoque de las tareas a realizar.

Por Tipos de Usuario

Los distintos usuarios del sistema poseen distintos requisitos. A continuación, se describen las funciones relevantes para cada clase de usuario.

- **USNR (Usuario Normal)**
    - Solicitar viáticos mediante un formulario.
    - Adjuntar comprobantes de gastos.
    - Consultar el estado de sus solicitudes.
    - Generar informes de gastos para su revisión.
- **USAU (Usuario Autorizador)**
    - Aprobar o rechazar solicitudes de viáticos.
    - Revisar informes de gastos enviados por los usuarios normales.
    - Asegurar el cumplimiento de políticas internas de viáticos.

- **USAN (Usuario Analista Financiero)**
    - Gestionar los módulos relacionados con la aprobación de gastos.
    - Proporcionar análisis financieros sobre el uso de viáticos.
- **USDF (Usuario Director Financiero)**
    - Supervisar la gestión financiera del sistema.
    - Validar y autorizar gastos reportados.
- **USSG (Usuario de Servicios Generales)**
    - Gestionar solicitudes de servicios generales relacionadas con viáticos.
    - Colaborar en la coordinación de logística y gastos operativos.
- **USTE (Usuario de Tesorería)**
    - Gestionar pagos de viáticos.
    - Asegurar la correcta liquidación de gastos.
- **USDRI (Usuario de Recursos Industriales)**
    - Gestionar la liquidación de viáticos.
    - Mantener un registro de viáticos autorizados.
- **USAD (Usuario Administrador de Roles)**
    - Administrar los roles y parámetros del sistema.
    - Configurar políticas de viáticos de la empresa.

Por Objetivos

El sistema tiene como objetivo facilitar la gestión de viáticos. Las funciones específicas para cumplir este objetivo son:

- Facilitar la **Solicitud de Viáticos** por parte de los empleados.
- Proveer un **Proceso de Aprobación** claro y eficiente.
- Generar **Informes y Reportes** que permitan la toma de decisiones informadas.
- Mantener un **Historial de Solicitudes** y liquidaciones para auditoría y revisiones.

Por Estímulos

Los posibles estímulos que recibe el sistema y las funciones relacionadas incluyen:

- **Recepción de Solicitudes:** El sistema deberá recibir solicitudes de viáticos y procesarlas.
- **Actualización de Estados:** Cuando un autorizador toma una decisión, el sistema debe actualizar el estado de la solicitud y notificar al usuario correspondiente.
- **Generación de Reportes:** El sistema debe ser capaz de generar reportes bajo demanda o programados.

Por Jerarquía Funcional

La funcionalidad del sistema se especifica como una jerarquía de funciones que comparten entradas, salidas o datos internos. Las funciones se describen de la siguiente manera:

- **Entrada:**
  - Solicitudes de viáticos.
  - Comprobantes de gastos.
  - Datos del empleado.
- **Proceso:**
  - Validación de solicitudes.
  - Aprobación/rechazo de solicitudes.
  - Generación de informes.
- **Salida:**
  - Notificaciones a los usuarios sobre el estado de sus solicitudes.
  - Informes de gastos.
  - Reportes financieros.

Requisitos de Rendimiento

En esta sección se detallan los requisitos relacionados con la carga que se espera que el sistema de gestión de viáticos soporte, incluyendo el número de terminales, el número esperado de usuarios simultáneamente conectados, el número de transacciones por segundo y otros aspectos relevantes.

Carga del Sistema

- **Número de Usuarios Simultáneos:** El sistema debe ser capaz de soportar un mínimo de 100 usuarios simultáneamente conectados, dado que se espera que aproximadamente el 50% de los aproximadamente 400 empleados de la empresa realicen solicitudes de viáticos.
- **Tiempo de Respuesta:** El sistema debe garantizar un tiempo de respuesta de menos de 3 segundos para las operaciones más comunes, como la creación de solicitudes y la generación de informes.

Requisitos de Datos

Además de los requisitos de rendimiento, también se especifican aquellos que afectan la información que se almacenará en la base de datos:

- **Frecuencia de Uso:** Se estima que el sistema será utilizado al menos 200 veces al día, considerando las solicitudes, aprobaciones y consultas de los usuarios.
- **Capacidad de Acceso:** El sistema debe permitir el acceso simultáneo a la base de datos por parte de al menos 50 usuarios sin degradar el rendimiento.
- **Cantidad de Registros:** Se espera que el sistema almacene entre 5,000 y 10,000 registros de solicitudes y liquidaciones de viáticos anualmente, lo que significa que, en un periodo de 5 años, la base de datos puede contener entre 25,000 y 50,000 registros.

Restricciones de Diseño

Las restricciones de diseño son aquellos factores que limitan las decisiones relacionadas con la arquitectura y el desarrollo del sistema de gestión de viáticos. A continuación se enumeran las principales restricciones que deben tenerse en cuenta:

- **Cumplimiento de Normativas:** El sistema debe cumplir con las normativas internas de ELEPCO S.A. en cuanto al manejo de viáticos, incluyendo procedimientos específicos de aprobación y liquidación que están establecidos en el reglamento interno de la empresa.
- **Estándares de Desarrollo:** El desarrollo del sistema debe alinearse con los estándares de programación y desarrollo de software adoptados por ELEPCO S.A., garantizando la calidad del código y la documentación necesaria.
- **Limitaciones de Hardware:** El sistema debe ser compatible con el hardware existente en la empresa, que incluye computadoras de escritorio y dispositivos móviles con especificaciones técnicas limitadas.
- **Integración con Sistemas Existentes:** Se debe considerar la integración con otros sistemas administrativos y financieros ya implementados en la empresa, lo que puede requerir el uso de APIs y protocolos específicos de comunicación.
- **Seguridad de la Información:** El diseño del sistema debe garantizar la seguridad de la información, incluyendo medidas de protección contra accesos no autorizados y la encriptación de datos sensibles, siguiendo las mejores prácticas de ciberseguridad.
- **Limitaciones de Tiempo:** El desarrollo del sistema debe completarse en un plazo de seis meses, lo que limita las opciones de diseño y la implementación de características adicionales que no estén alineadas con los requisitos mínimos.
- **Requerimientos de Escalabilidad:** Aunque se espera que el sistema maneje inicialmente un número limitado de usuarios, debe estar diseñado con la capacidad de escalar en el futuro para soportar un mayor número de usuarios y solicitudes.

Atributos del Sistema

Los atributos de calidad del sistema de gestión de viáticos, comúnmente conocidos como las “ilities”, son fundamentales para garantizar un software eficaz y confiable. A continuación se describen estos atributos:

- **Fiabilidad:** El sistema deberá garantizar un alto nivel de disponibilidad y consistencia. Se espera que el sistema funcione sin interrupciones y sea capaz de recuperarse rápidamente de fallos. Se establecerán mecanismos de respaldo para la información crítica y procedimientos de recuperación ante desastres.
- **Mantenibilidad:** El sistema debe ser diseñado de manera que facilite su mantenimiento y actualización. Esto implica una codificación clara y documentada, así como la utilización de patrones de diseño que simplifiquen la identificación y corrección de errores. Además, se establecerán procedimientos para la gestión de cambios y mejoras.
- **Portabilidad:** El software debe ser accesible desde diversas plataformas y dispositivos, incluidos computadoras de escritorio y dispositivos móviles. La aplicación será desarrollada como una solución multiplataforma, permitiendo su uso a través de navegadores estándar sin requerir instalaciones adicionales.
- **Seguridad:** La seguridad es un atributo crítico del sistema. Se implementarán las siguientes medidas:
  - **Autenticación de Usuarios:** Todos los usuarios deberán iniciar sesión mediante un nombre de usuario y una contraseña. Las contraseñas deberán cumplir con políticas de complejidad definidas (por ejemplo, longitud mínima, combinación de caracteres).
  - **Control de Acceso:** Se establecerán roles y permisos específicos para diferentes tipos de usuarios (como USNR, USAU, USAN, etc.), asegurando que cada usuario solo tenga acceso a las funcionalidades necesarias para su trabajo. Los usuarios no autorizados no podrán realizar acciones críticas, como la aprobación de solicitudes.
  - **Auditoría de Actividades:** Se llevarán registros detallados de todas las actividades realizadas en el sistema, permitiendo auditorías periódicas y el seguimiento de acciones inusuales.

Otros Requisitos

Además de los requisitos funcionales, no funcionales, y los atributos de calidad previamente mencionados, se identifican otros requisitos que son relevantes para el desarrollo del sistema de gestión de viáticos:

- **Requisitos de Capacitación:** Se deberá proporcionar capacitación a los usuarios del sistema, incluyendo tutoriales y manuales de usuario, para asegurar que los empleados comprendan cómo utilizar adecuadamente el sistema y maximizar su eficiencia.
- **Documentación:** El desarrollo del sistema deberá incluir documentación técnica y de usuario completa. Esto abarcará desde la descripción de la arquitectura del sistema, hasta manuales de usuario, guías de instalación y mantenimiento.
- **Compatibilidad:** El sistema deberá ser compatible con los sistemas operativos y navegadores más utilizados por los empleados de la empresa, incluyendo navegadores como Google Chrome, Mozilla Firefox y Microsoft Edge.
- **Soporte Técnico:** Se establecerá un servicio de soporte técnico disponible para resolver dudas y problemas que los usuarios puedan enfrentar durante el uso del sistema. Esto incluirá una línea de ayuda y soporte por correo electrónico.
- **Integración con Sistemas Existentes:** El sistema de gestión de viáticos deberá integrarse con otros sistemas existentes en ELEPCO S.A., como el sistema de contabilidad y nómina, para garantizar un flujo de información continuo y evitar duplicidades.
- **Pruebas y Validación:** Se llevarán a cabo pruebas exhaustivas del sistema antes de su implementación para garantizar que todos los requisitos sean cumplidos y que el sistema funcione correctamente en diferentes escenarios de uso.

Apéndices

Formato de Entrada/Salida

- **Formato de Solicitud de Viáticos:** Formato que deben seguir los empleados al ingresar solicitudes de viáticos, incluyendo campos obligatorios como nombre del solicitante, fecha de viaje, destino, monto solicitado y comprobantes.
- **Formato de Informe de Gastos:** Formato estándar para los informes de gastos que los empleados deben enviar, indicando los elementos que deben incluir, como la descripción del gasto, fecha, monto, y cualquier otro documento adjunto necesario.

Restricciones del Lenguaje de Programación

- **Lenguajes Permitidos:** Lenguajes de programación que se utilizarán para el desarrollo del sistema, como Java, Python o JavaScript, y las razones para su elección (por ejemplo, facilidad de mantenimiento, comunidad activa, etc.).
- **Restricciones Técnicas:** Restricción técnica asociada con los lenguajes de programación seleccionados, como requisitos de versiones específicas de bibliotecas o dependencias, compatibilidad con diferentes sistemas operativos, y limitaciones de rendimiento.

Anexo E. Aceptación de tecnologías y restricciones técnicas

ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y RESTRICCIONES TÉCNICAS PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE

EDISON JAVIER CHANCUSIG PALACIOS

LATACUNGA, 25 OCTUBRE 2024

Introducción

Este anexo formaliza la aceptación de las tecnologías y restricciones técnicas establecidas por la **EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.** para el desarrollo del software de gestión de viáticos. Este documento es esencial para asegurar que el desarrollo del sistema cumpla con los requisitos y estándares requeridos por la organización, garantizando así la calidad y funcionalidad del producto final.

Tecnologías Aceptadas

A continuación se detallan las tecnologías que han sido acordadas para el desarrollo del sistema de gestión de viáticos:

- **Base de Datos:** *DB2 AS400 de IBM*, utilizada para el almacenamiento de datos estructurados de la empresa. Esta tecnología es elegida por su robustez, escalabilidad y su capacidad de manejar grandes volúmenes de datos de manera eficiente, lo que resulta esencial para el manejo de información financiera y operativa.
- **Backend:** Implementación utilizando *Java 1.8*, a través de *Spring Boot* y *Maven*. Esta combinación permite una arquitectura escalable, flexible y eficiente, que favorece el desarrollo ágil y la implementación de microservicios, cumpliendo así con las demandas actuales de interoperabilidad y mantenimiento.
- **Seguridad:** Se implementarán *tokens de seguridad con fechas de caducidad* para las APIs. Esta medida asegura la integridad y confidencialidad de la información, previniendo accesos no autorizados y garantizando que la comunicación entre sistemas sea segura.

- **Formato de API:** Las APIs serán del tipo `application/json`, facilitando la interoperabilidad entre diferentes sistemas. Este formato es ampliamente adoptado en la industria debido a su ligereza y facilidad de uso, permitiendo una integración eficiente con diversos clientes y plataformas.

- **Servidor de Aplicaciones:** El despliegue de APIs se realizará en *WildFly*, un servidor de aplicaciones robusto y confiable. Este servidor ofrece características avanzadas de gestión y escalabilidad que son necesarias para aplicaciones empresariales críticas.

- **Control de Acceso a la Base de Datos:** Para gestionar las conexiones a la base de datos, se utilizará *HikariCP*, que forma parte de `spring-boot-starter-data-jpa`. Es una herramienta diseñada para optimizar el rendimiento del sistema al mejorar la velocidad con la que se establecen las conexiones a la base de datos. Esto es fundamental para asegurar que el sistema se mantenga disponible y responda de manera eficiente a las solicitudes de los usuarios, reduciendo así los tiempos de espera.

- **Frontend:** El desarrollo se realizará en *Flutter*, con el objetivo de crear aplicaciones que serán desplegadas en un servidor *Centos 7* utilizando *NGINX*. Flutter es elegido por su capacidad de crear interfaces de usuario modernas y su soporte multiplataforma, facilitando el desarrollo de aplicaciones para Web, Android y futuras implementaciones en iOS.

- **Generación de Reportes:** Se utilizará *BIRT Report* de IBM, una herramienta gratuita para la creación de reportes. Esta tecnología permite generar informes visuales que son fundamentales para la toma de decisiones informadas en la gestión de viáticos.

Restricciones Técnicas

Las siguientes restricciones deben ser observadas durante el desarrollo del software:

- **Entorno de Servidor:** El sistema deberá operar en un entorno de servidor *Linux*, específicamente en la versión *Centos 7*. Esta elección garantiza estabilidad y seguridad en el ambiente de producción.

- **Limitaciones de Espacio:** El espacio físico en el servidor es limitado; sin embargo, se dispone de suficiente capacidad en la base de datos para almacenar la información requerida. Esto debe tenerse en cuenta durante la planificación de la arquitectura del sistema.
- **Distribución de Aplicaciones Móviles:** Las aplicaciones móviles serán distribuidas a través de *Google Play* o apk. No se contempla la creación de cuentas para iOS en el corto plazo, lo que permite concentrar los esfuerzos de desarrollo en una sola plataforma inicial.
- **Uso de Software Libre:** Todos los componentes del sistema deberán ser desarrollados utilizando software libre, de conformidad con las políticas de la empresa. Esto no solo reduce costos, sino que también promueve la transparencia y la colaboración.

Acuerdo de Confidencialidad

Ambas partes se comprometen a mantener la confidencialidad de toda la información sensible relacionada con el desarrollo del software y las tecnologías utilizadas. Esta cláusula es crucial para proteger los datos de la **EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.** y asegurar que ninguna información sea divulgada a terceros sin el consentimiento previo de la empresa.

Compromisos de las Partes

Ambas partes acuerdan lo siguiente:

- La empresa proporcionará el acceso necesario a los sistemas y herramientas requeridos para el desarrollo del software, incluyendo el acceso a la base de datos y a los servidores correspondientes.
- El desarrollador se compromete a seguir las tecnologías y restricciones acordadas, así como a mantener una comunicación fluida y efectiva sobre el progreso del proyecto, garantizando la transparencia en todas las fases de desarrollo.
- Cualquier cambio en las tecnologías o restricciones deberá ser discutido y acordado formalmente por ambas partes, documentando las justificaciones correspondientes.

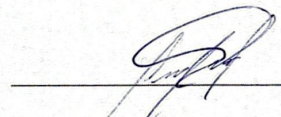
Aceptación

La aceptación de este anexo por ambas partes confirma el acuerdo sobre las tecnologías y restricciones técnicas detalladas anteriormente. Este documento servirá como referencia durante el desarrollo del software de gestión de viáticos, asegurando que todas las partes involucradas estén alineadas en cuanto a los requerimientos y expectativas.

Firmas

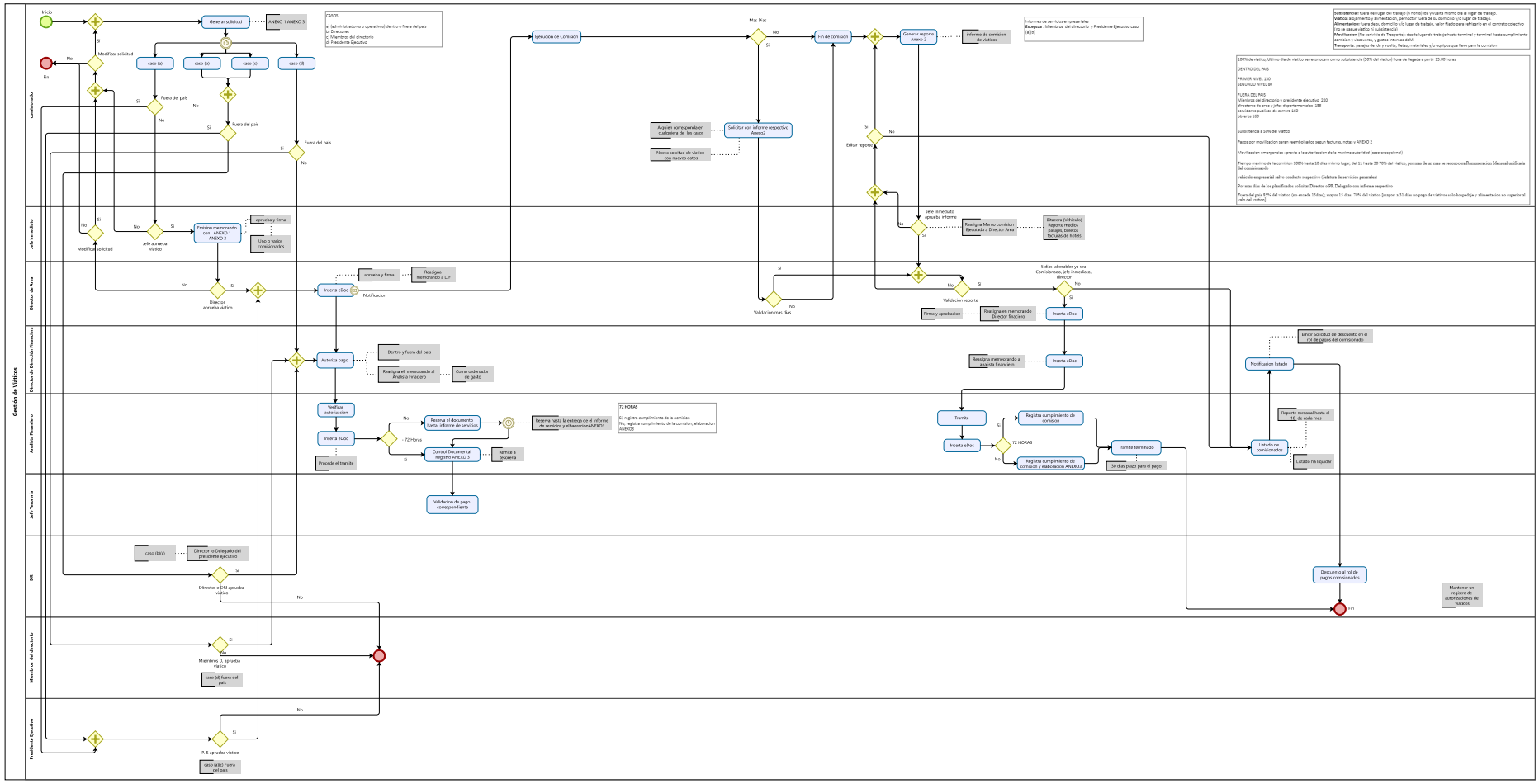


EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.
Dirección de Tecnologías de la Operación e Información
Ing. Paul Garzón Ulloa

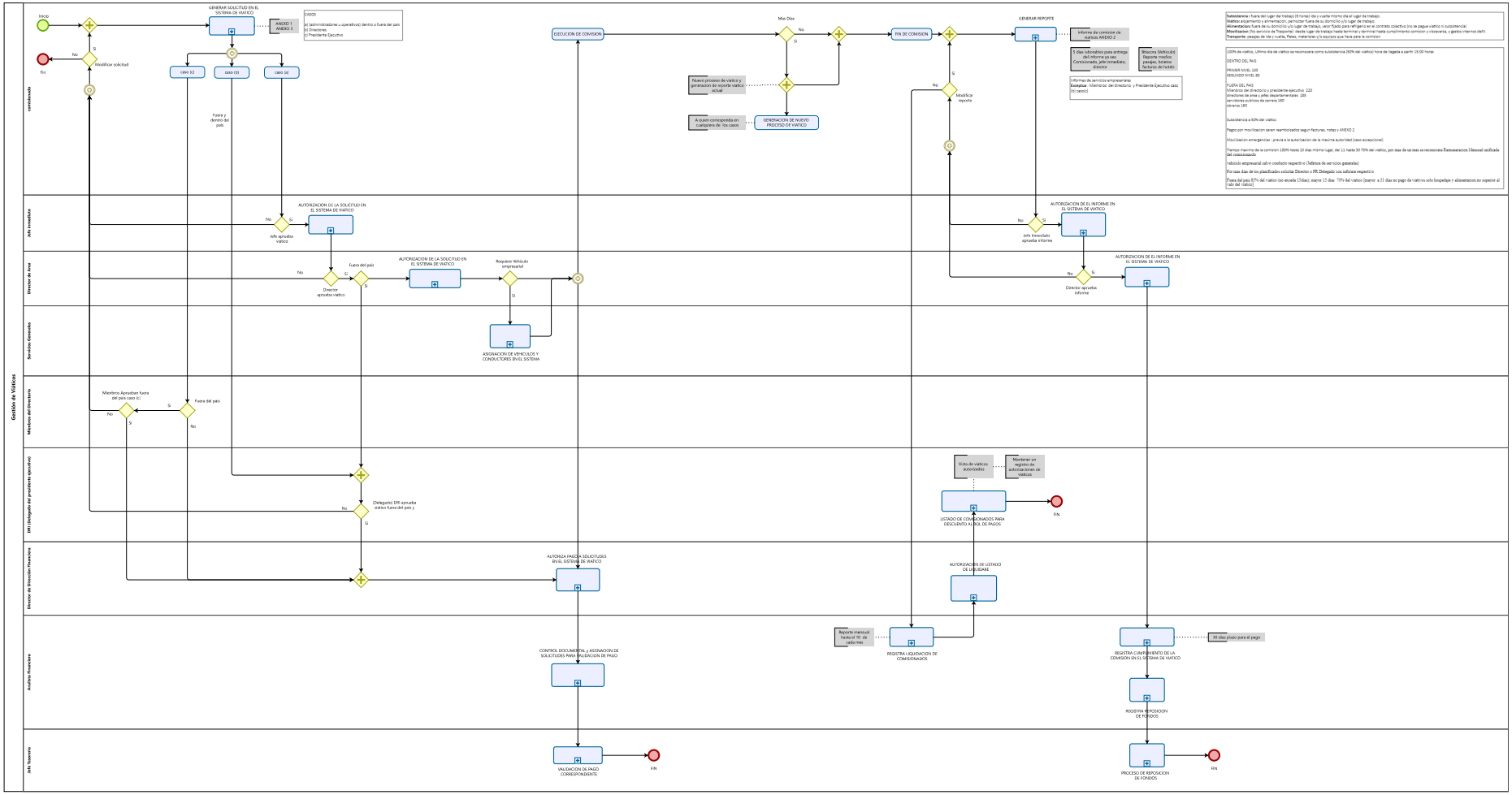


Estudiante de Ingeniería en Software
Edison Javier Chancusig Palacios

Anexo F. Flujo de procesos del reglamento de viáticos - ELEPCO S.A.



Anexo G. Propuesta de flujo de procesos del reglamento de viáticos - ELEPCO S.A.



Anexo H. Primera reunión con la dirección de tecnologías y operación de la información y finanzas para el sistema de gestión de viáticos

	ELEPCO EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.	
ACTA DE REUNIÓN		
VERSION: 01.1	CÓDIGO: DTOI-DTS-AR-2024-008	PÁGINA: 1 DE 2

INSTITUCIÓN	ELEPCOSA	ASUNTO	SISTEMA PARA GESTIÓN DE VIÁTICOS	DIRECCION/DEPARTAMENTO	DTOI / DTS
LUGAR	DIRECCIÓN FINANCIERA	HORA INICIO	11:00:00		
FECHA	15/05/2024	HORA FIN	12:00:00	COORDINADOR DE LA REUNIÓN	ING. PATRICIO CARRILLO

CONVOCADOS			PRESENTES	
NOMBRE Y CARGO	ÁREA	CORREO	SI	NO
ING. CAROLINA HERRERA	DIRECCIÓN FINANCIERA	carolina.herrera@elepcosa.com.ec	X	
ECO. DIANA OLIVAREZ	DIRECCIÓN FINANCIERA	diana.olivarez@elepcosa.com.ec	X	
ING. PATRICIO CARRILLO	JEFATURA DE DTS	patricio.carrillo@elepcosa.com.ec	X	
ING. EDWIN CHIMBA	JEFATURA DE DTS	edwin.chimba@elepcosa.com.ec	X	
ING. MIGUEL RAMON	JEFATURA DE DTS	miguel.ramon@elepcosa.com.ec	X	

AGENDA	
OBJETIVO/TEMA	RESPONSABLE
Reanudar el análisis y desarrollo para la automatización del sistema de gestión de viáticos y formar el equipo de trabajo correspondiente	DEPARTAMENTO DTS

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

- Introducción al desarrollo del Sistema para la Gestión de Viáticos.
- Conformación del equipo de trabajo para el desarrollo del sistema de gestión de viáticos. El equipo estará integrado por el personal de la Dirección Financiera encargado de la gestión de viáticos, así como por los responsables del desarrollo del aplicativo pertenecientes al departamento de Desarrollo Tecnológico y Seguridad de la información
- Definición de manera general el nuevo proceso de viáticos.
- Socialización de manera general la propuesta del nuevo reglamento de viáticos.

ACUERDOS Y COMPROMISOS			
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE ENTREGA	OBSERVACIONES
Entrega de la propuesta para el nuevo reglamento interno de viáticos.	DIRECCIÓN FINANCIERA	15-05-2024	Entregado
Revisar el nuevo flujo de procesos de viáticos para el desarrollo del sistema de gestión de viáticos.	JEFATURA DE DTS		Pendiente
Revisión y aprobación del nuevo flujo para el desarrollo del Sistema de Gestión de Viáticos, en base al nuevo reglamento y procediendo de viáticos para Elepco S.A.	JEFATURA DE DTS	Para la próxima reunión	Pendiente

NOMBRE Y CARGO	ÁREA	FIRMA
ING. CAROLINA HERRERA ANALISTA FINANCIERO	DIRECCIÓN FINANCIERA	
ECO. DIANA OLIVAREZ ASISTENTE TÉCNICO	DIRECCIÓN FINANCIERA	
ING. PATRICIO CARRILLO JEFE DE DTS	DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN	
ING. EDWIN CHIMBA PROFESIONAL 1	DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN	
ING. MIGUEL RAMON ASISTENTE TÉCNICO	DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN	

Anexo I. Segunda reunión con la dirección de tecnologías y operación de la información y finanzas para el sistema de gestión de viáticos

	ELEPCO EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.	
ACTA DE REUNIÓN		
VERSION: 01.1	CÓDIGO: DTOI-DTS-AR-2024-012	PÁGINA: 1 DE 6

INSTITUCIÓN	ELEPCOSA	ASUNTO	SISTEMA PARA GESTIÓN DE VIÁTICOS – Revisión y aprobación del proceso de Gestión de Viáticos	DIRECCION/DEPARTAMENTO	DTOI / DTS
LUGAR	DIR. TECNOLOGIA DE LA OPERACIÓN Y LA INFORMACIÓN	HORA INICIO	10:30		
FECHA	06/06/2024	HORA FIN	11:15	COORDINADOR DE LA REUNIÓN	ING. EDWIN CHIMBA

CONVOCADOS			PRESENTES	
NOMBRE Y CARGO	ÁREA	CORREO	SI	NO
ING. CAROLINA HERRERA	DIRECCIÓN FINANCIERA	carolina.herrera@elepcosa.com.ec	X	
ECO. DIANA OLIVAREZ	DIRECCIÓN FINANCIERA	diana.olivarez@elepcosa.com.ec	X	
ING. PATRICIO CARRILLO	JEFATURA DE DTS	patricio.carrillo@elepcosa.com.ec	X	
ING. EDWIN CHIMBA	JEFATURA DE DTS	edwin.chimba@elepcosa.com.ec	X	
ING. MIGUEL RAMON	JEFATURA DE DTS	miguel.ramon@elepcosa.com.ec	X	

AGENDA	
OBJETIVO/TEMA	RESPONSABLE
Revisión y aprobación del proceso de Gestión de Viáticos, elaborado de acuerdo al procedimiento y reglamento de pago de viáticos de ELEPCO S.A., con el objetivo de implementar el Aplicativo de Gestión de Viáticos.	DEPARTAMENTO DTS

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

Temas Tratados:

1. **RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO Y REGLAMENTO DE VIÁTICOS**

Objeto, Ámbito y Definiciones del Reglamento para el Pago de Viáticos

- Objeto: Regular el procedimiento para el pago de viáticos.
- Ámbito: Aplicación obligatoria para todo el personal de ELEPCO S.A.
- Responsabilidad de las Unidades Requirentes: Planificación de servicios empresariales.
- Aprobación de liquidaciones de comisiones de servicios.
- Registro y control de autorizaciones.
- Definiciones: Incluye términos como personal, cumplimiento de servicios empresariales, subsistencia, viático, alimentación, movilización, transporte, reporte de servicios empresariales y liquidación.

Valores y Forma de Cálculo Dentro del País

- Viático: 100% del valor determinado por día de pernoctación.
- Valor de Cálculo: Tabla de valores para distintos niveles de personal.

- Movilización: Reembolso basado en comprobantes de venta.
- Movilización en Casos de Urgencia: Autorización de la Máxima Autoridad.
- Eventos Empresariales: Cobertura directa de gastos por ELEPCO.
- Alimentación: Valor asignado para desplazamientos empresariales.
- Tiempo Máximo de la Comisión: Viáticos completos hasta 10 días, reducción a partir del día 11.

Procedimiento para el Pago de Comisiones de Servicio

- Autorización: Gestión por jefe inmediato y autorización de la Dirección y Presidencia Ejecutiva.
- Responsabilidad de la Dirección Financiera y DRI: Registro y control de liquidaciones.
- Pago de Viáticos en Días Feriados: Prohibición de viáticos en días feriados, excepto casos excepcionales.
- Informe y Reporte de Cumplimiento: Reporte obligatorio de actividades realizadas.
- Control y Liquidación: Procedimiento de control y liquidación de valores asignados.

Forma de Cálculo de Viáticos en el Exterior

- Forma de Cálculo: Tabla de valores por nivel de personal.
- Coeficiente por País: Aplicación de coeficiente de viático al exterior.

2. REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE VIÁTICOS

Se revisa el flujo para los siguientes casos:

- a) (Administrativos u Operativos) dentro o fuera del país
- b) Directores (tercer nivel)
- c) Miembros del directorio (Primer nivel)
- d) Presidente Ejecutivo (Segundo nivel)

Nota: No existe observaciones en el flujo, el flujo es aprobada por el área requirente.

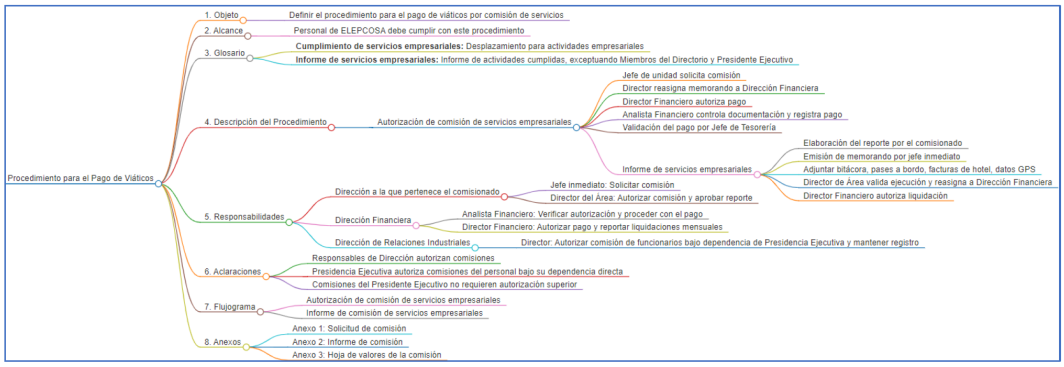
ACUERDOS Y COMPROMISOS			
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE ENTREGA	OBSERVACIONES
En el resumen de procedimiento, especificar que se puede incluir como evidencia de la comisión los datos de GPS.	JEFATURA DE DTS		Realizado
En el resumen de procedimiento, en la sección de anexos agregar el Anexo 3.	JEFATURA DE DTS		Realizado
Envío de Excel actual para Gestión de Viáticos.	DIRECCIÓN FINANCIERA		Pendiente
Envió de formatos para los reportes que se envían a la DRI, Tesorería, estructura para el SPI-BCE, transparencia (LOTAIP) y otros.	DIRECCIÓN FINANCIERA		Pendiente

Analizar el archivo Excel y los formatos enviados por la Dirección Financiera, para asegurarse de que los datos sean considerados en el modelado de la base de datos y generación de reportes e indicadore.	JEFATURA DE DTS		Pendiente

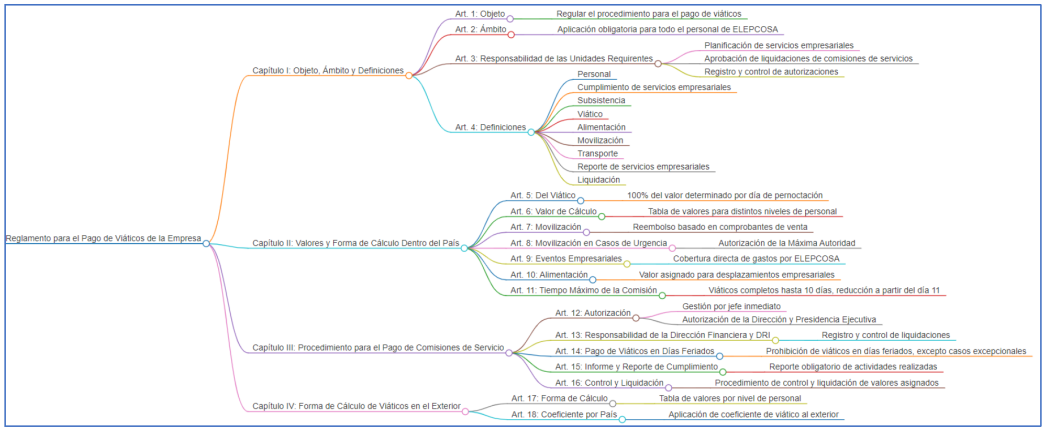
NOMBRE Y CARGO	ÁREA	FIRMA
ING. CAROLINA HERRERA Analista Financiero, Profesional 2	DIRECCIÓN FINANCIERA	Firmado electrónicamente por: DIANA CAROLINA HERRERA SANTACRUZ
ECO. DIANA OLIVAREZ Asistente Técnico	DIRECCIÓN FINANCIERA	Firmado electrónicamente por: DIANA JISSELA OLIVAREZ ALAJO
ING. PATRICIO CARRILLO Profesional 2	DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN	Firmado electrónicamente por: WILSON PATRICIO CARRILLO MEDINA
ING. EDWIN CHIMBA Jefe de DTS, Encargado	DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN	Firmado electrónicamente por: EDWIN GEOVANNY CHIMBA LAGLA
ING. MIGUEL RAMON Asistente Técnico	DESARROLLO TECNOLÓGICO Y SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN	Firmado electrónicamente por: MIGUEL ANGEL RAMON BORJA

ANEXOS

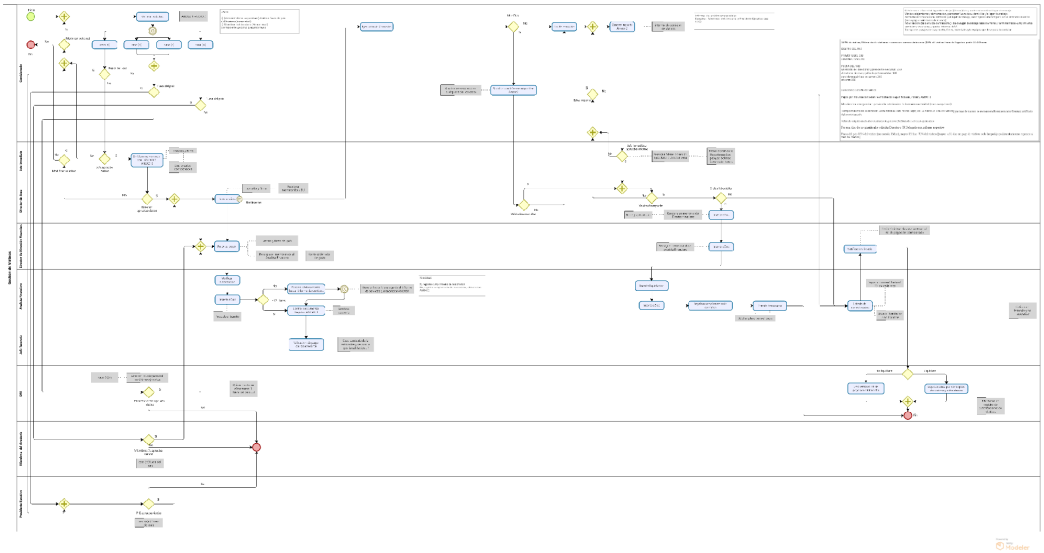
Anexo 1: Resumen Procedimiento



Anexo 2: Resumen Reglamento



Anexo 3: Proceso de Gestión de Viáticos



Anexo J. Formulario de Solicitud de Viáticos – ELEPCOSA

ANEXO 1

Energía a su Servicio

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA CUMPLIMIENTO DE SERVICIOS EMPRESARIALES

Nro. SOLICITUD DE MEMORANDO PARA CUMPLIMIENTO DE SERVICIOS EMPRESARIALES	FECHA DE SOLICITUD: (dd-mmm-aaaa)

SUBSISTENCIA		VIÁTICOS	

LUGAR DE MOVILIZACIÓN

CIUDAD - PROVINCIA DEL SERVICIO INSTITUCIONAL:		NOMBRE DE LA UNIDAD A LA QUE PERTENECE LA O EL SERVIDOR:	
FECHA SALIDA (dd-mmm-aaaa)	HORA SALIDA (hh:mm)	FECHA LLEGADA (dd-mmm-aaaa)	HORA LLEGADA (hh:mm)

SERVIDORES QUE INTEGRAN LA COMISION DE SERVICIOS EMPRESARIALES:

1
2
3

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES A EJECUTARSE

a
b
c
d

TRANSPORTE

TIPO DE TRANSPORTE: (Aéreo, terrestre, marítimo, otros)	**PLACA**	**RUTA:**	**SALIDA**		**LLEGADA**	
			FECHA: dd-mmm-aaaa	**HORA hh:mm**	**FECHA: dd-mmm-aaaa**	**HORA hh:mm**

DATOS PARA TRANSFERENCIA

NOMBRES DE COMISIONADOS	**Nro. CEDULA**	**ROL**	**NOMBRE DEL BANCO:**	**TIPO DE CUENTA:**	**No. DE CUENTA:**

AUTORIZACION

NOMBRE DEL JEFE QUE SOLICITA:	NOMBRE DEL AREA	NOMBRE DEL DIRECTOR	DIRECCIÓN

FIRMA DEL JEFE SOLICITANTE DE LA COMISIÓN	**FIRMA DEL DIRECTOR QUE AUTORIZA**
ING. XXXXX	ING. XXXX

Anexo K. Informe de Cumplimiento de Actividades de Viáticos – ELEPCOSA

ANEXO 2

Energía a su Servicio

REPORTE DE LA COMISIÓN DE SERVICIOS INSTITUCIONALES

Nro. Memorando del Jefe sobre el cumplimiento de la comisión	FECHA DE SOLICITUD: (dd-mmm-aaaa)

DATOS GENERALES

NOMBRES DEL COMISIONADO:	PUESTO QUE OCUPA:
CIUDAD – PROVINCIA DE LA COMISION	NOMBRE DE LA UNIDAD A LA QUE PERTENECE LA O EL SERVIDOR

SERVIDORES QUE INTEGRAN EL SERVICIO INSTITUCIONAL:

INFORME DE ACTIVIDADES Y PRODUCTOS ALCANZADOS

1.-	
2.-	
3.-	
4.-	

DATOS PARA LA TRANSFERENCIA Y LIQUIDACIÓN (EN CASO DE NO HABER RECIBIDO LOS VALORES DE LA COMISIÓN)

ROL:	NO. CÉDULA:	BANCO	TIPO DE CUENTA	Nro. DE CUENTA

DETALLE DE LA SALIDA Y LLEGADA

ITINERARIO	SALIDA	LLEGADA	NOTA
FECHA dd-mmm-aaa			Estos datos se refieren al tiempo efectivamente utilizado en el cumplimiento del servicio institucional, desde la salida del lugar de residencia o trabajo habituales o del cumplimiento del servicio institucional según sea el caso, hasta su llegada de estos sitios.
HORA hh:mm			

TRANSPORTE

TIPO DE TRANSPORTE:	PLACA	RUTA:		SALIDA			LLEGADA		
(Aéreo, terrestre, marítimo, otros)				FECHA: dd-mmm-aaaa	HORA hh:mm		FECHA: dd-mmm-aaaa	HORA hh:mm	KILOMETRAJE

NOTA: En caso de haber utilizado transporte público, se deberá adjuntar obligatoriamente los pases a bordo o boletos.

DETALLE DE FACTURAS DE HOSPEDAJE (PARA EL CASO DE VIATICOS)

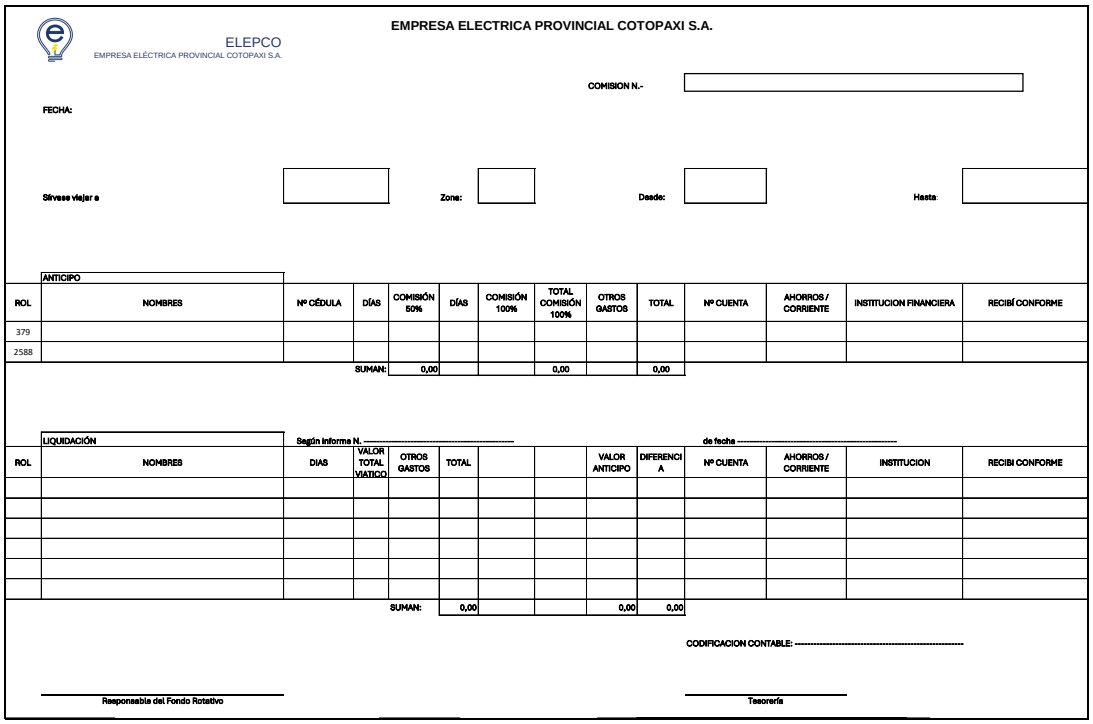
OBSERVACIONES

FIRMA DE LA O EL SERVIDOR COMISIONADO	NOTA
	El presente informe deberá presentarse dentro del término de 5 días del cumplimiento de servicios empresariales, caso contrario la liquidación se demorará e incluso de no presentarlo tendría que restituir los valores percibidos. Cuando el cumplimiento de servicios institucionales sea superior al número de días autorizados, se deberá adjuntar la autorización por escrito del Director a cargo de la unidad a la que peetenece el comisionado

FIRMAS DE APROBACIÓN

FIRMA DE LA O EL RESPONSABLE DE LA UNIDAD DEL SERVIDOR COMISIONADO	FIRMA DEL DIRECTOR
NOMBRE: **CARGO:**	NOMBRE: **CARGO: DIRECTOR**

Anexo L. Control y Registro de Pagos de Viáticos en ELEPCOSA



ELEPCO
EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.

EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.

COMISION N.-

FECHA:

Sírvase viajar a: Zona: Desde: Hasta:

ANTICIPO

ROL	NOMBRES	Nº CÉDULA	DÍAS	COMISIÓN 50%	DÍAS	COMISIÓN 100%	TOTAL COMISIÓN 100%	OTROS GASTOS	TOTAL	Nº CUENTA	AHORROS / CORRIENTE	INSTITUCION FINANCIERA	RECIBÍ CONFORME
379													
2588													
			SUMAN:	0,00			0,00		0,00				

LIQUIDACIÓN — Según informa N. ---------- de fecha ----------

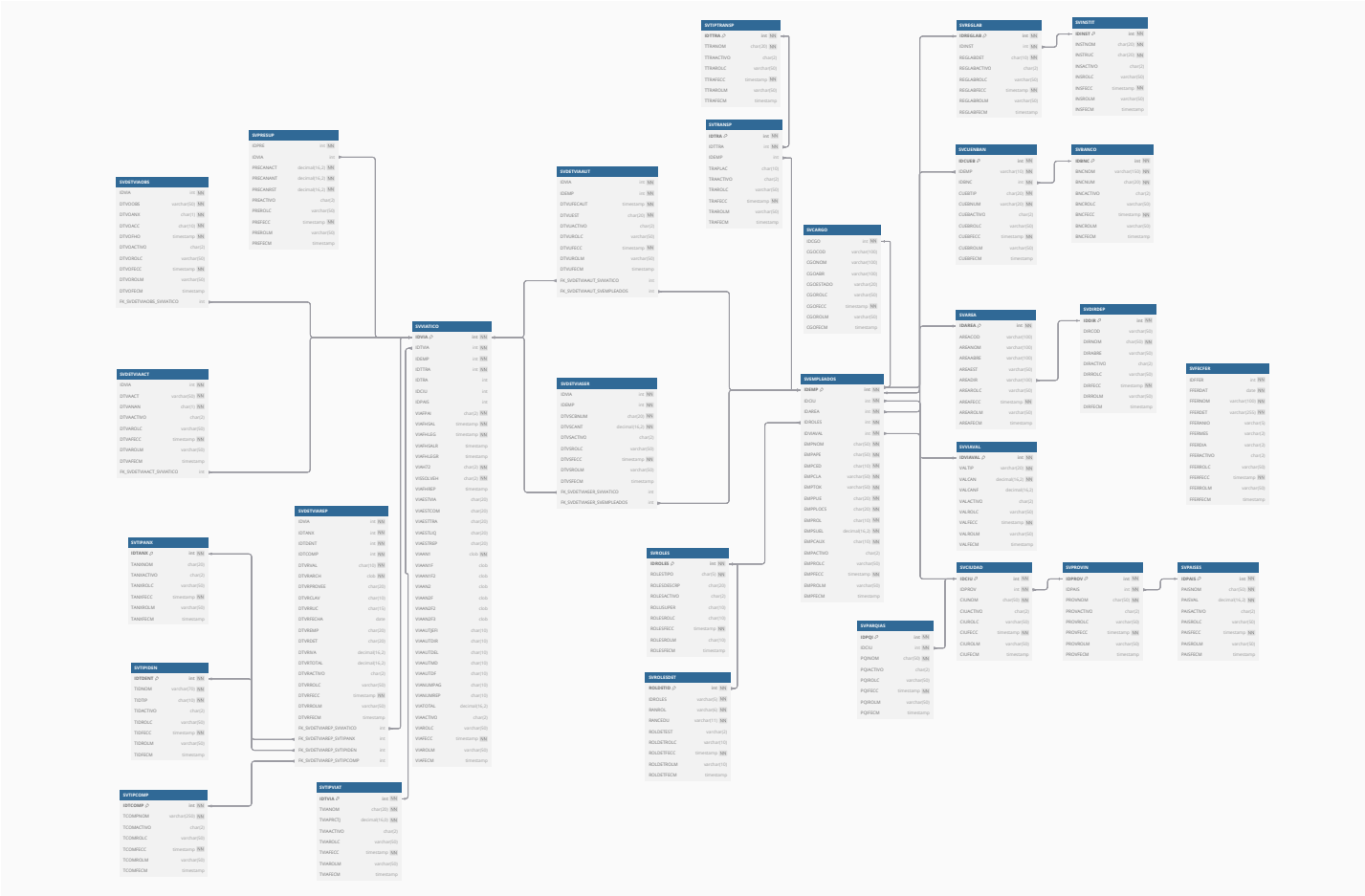
ROL	NOMBRES	DIAS	VALOR TOTAL VIATICO	OTROS GASTOS	TOTAL			VALOR ANTICIPO	DIFERENCIA	Nº CUENTA	AHORROS / CORRIENTE	INSTITUCION	RECIBI CONFORME
			SUMAN:		0,00			0,00	0,00				

CODIFICACION CONTABLE: ----------

Responsable del Fondo Rotativo

Tesorería

Anexo M. Modelado de la base de datos VIATICOS - ELEPCO S.A.



Anexo N. INFORME DEL CUMPLIMIENTO DEL 100% EMITIDO POR EL COORDINADOR EMPRESARIAL

ELEPCO

EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.

ANEXO

INFORME DEL CUMPLIMIENTO DEL 100% EMITIDO POR EL COORDINADOR EMPRESARIAL

Latacunga, 13/01/2025

Ingeniero
Luis Morales. Mg
Presidente de la Unidad de Titulación
Carrera de Software
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial
Presente

Ing. Paul Garzón Ulloa en mi calidad de Director de la DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA OPERACIÓN Y DE LA INFORMACIÓN en la EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI – ELEPCO S.A., me permito poner en su conocimiento que el Trabajo de Titulación con el tema: **"SOFTWARE MULTIPLATAFORMA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE VIÁTICOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI S.A."** desarrollado en esta empresa por el señor Edison Javier Chancusig Palacios, portador de la cédula de ciudadanía **0503951501**, estudiante de la Carrera de Software de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato ha culminado exitosamente cumpliéndose con el 100% de los objetivos y actividades programadas.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
PAUL ALBERTO GARZON ULLOA

……
Ing. Paul Garzón Ulloa
CI: 0501976211
Cel: 099 838 0241
Correo: paul.garzon@elepcosa.com.ec

Manual de Usuario del Software de Gestión de Viáticos

Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A.

February 7, 2025

Introducción

El presente manual de usuario tiene como objetivo proporcionar una guía sobre el uso del sistema multiplataforma de gestión de viáticos desarrollado para la *Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A.*.

El sistema fue diseñado para optimizar los procesos relacionados con la solicitud, aprobación, validación y pago de viáticos, garantizando eficiencia, transparencia. Las siguientes secciones explicarán paso a paso cómo utilizar las distintas funcionalidades del sistema.

Acceso al Sistema

Requisitos de Acceso

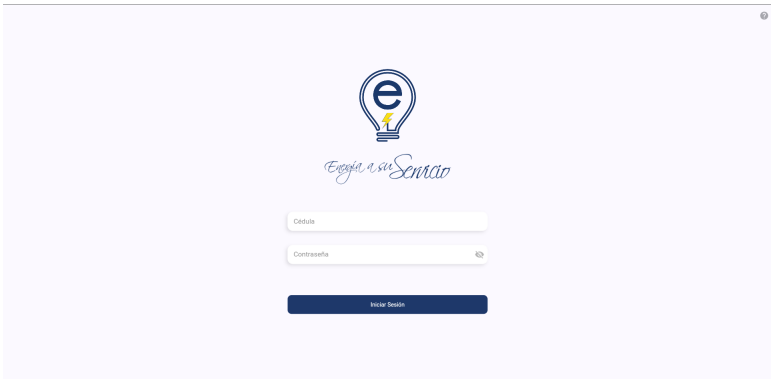
Para acceder al sistema, es necesario cumplir con los siguientes requisitos:

- Dispositivo con conexión a Internet (computadora, tablet o teléfono móvil).
- Navegador web (Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, etc.).
- Credenciales de acceso proporcionadas por el administrador del sistema.

Inicio de Sesión

1. Acceda al sistema a través de la URL proporcionada por la empresa (por ejemplo, `http://aplicativos.elepcosa.com.ec:8080/viaticos`).
2. Ingrese su nombre de usuario y contraseña en los campos correspondientes.
3. Haga clic en el botón **Iniciar Sesión**.
4. Si sus credenciales son correctas, será redirigido al panel principal.



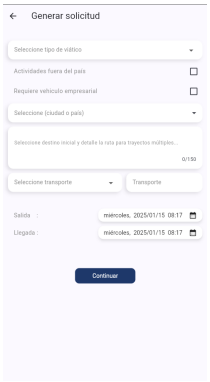


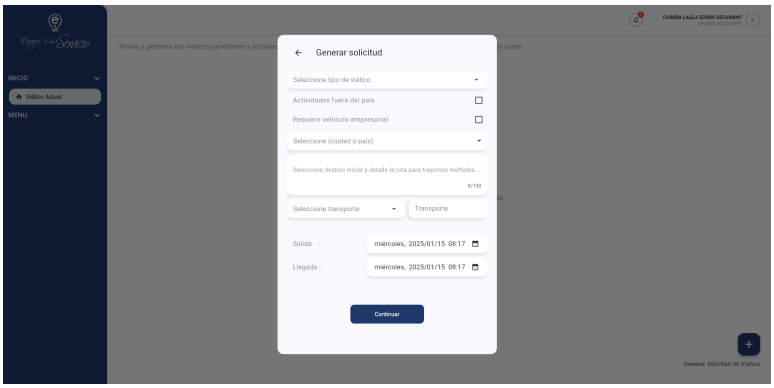
Funciones Principales

Solicitar Viáticos

El proceso de solicitud de viáticos es sencillo y consta de los siguientes pasos:

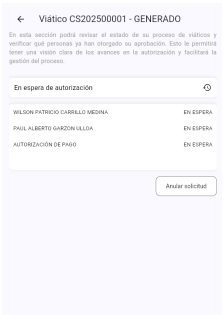
1. Desde el menú principal, seleccione la opción **Solicitar Viáticos**.
2. Complete el formulario con la siguiente información:
3. Haga clic en **Generar Solicitud**.
4. El sistema generará un número de solicitud, el cual puede utilizar para rastrear el estado de la misma.

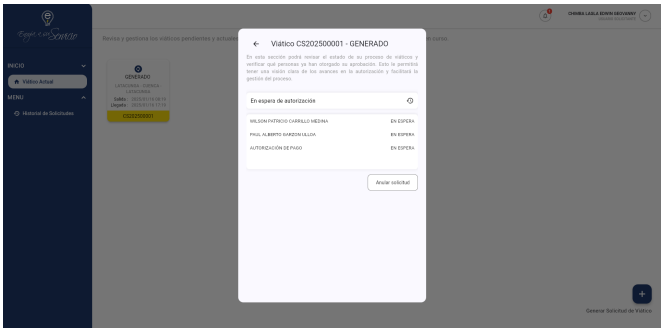




Aprobación de Solicitudes (Administradores)

1. Ingrese al módulo **Aprobación de Solicitudes**.
2. Revise las solicitudes pendientes, listadas con detalles como el nombre del solicitante, destino y gastos estimados.
3. Haga clic en una solicitud para ver los detalles y los documentos adjuntos.
4. Utilice las opciones **Aprobar** o **Rechazar**, indicando el motivo si corresponde.
5. Una vez aprobada, la solicitud será procesada para el desembolso de fondos.



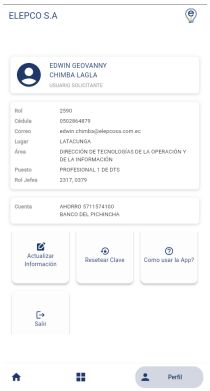


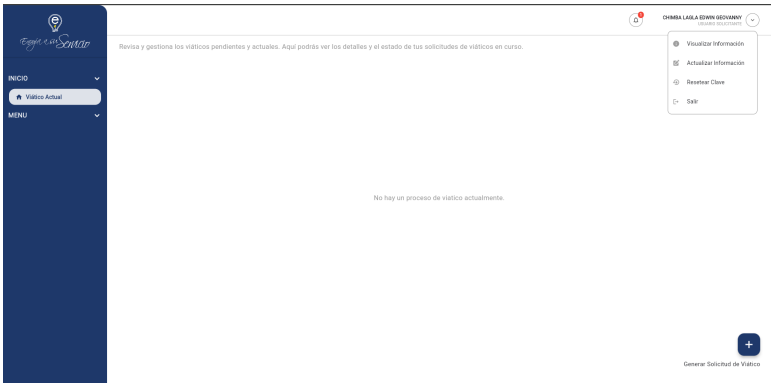
Resolución de Problemas Comunes

Olvido de Contraseña

Si olvida su contraseña, siga estos pasos:

1. En la pantalla de perfil de usuario o inicio de sesion, haga clic en **Resetear clave**.
2. Siga las indicaciones que se presentara.





Visualización de generación de anexos

