

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA**

**Proyecto Final de Graduación**

Para optar por el grado de Bachillerato en  
Ingeniería en sistemas de la información

Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para  
la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding  
ubicada en Alajuela

GABRIEL OCAMPO MADRIGAL  
**AUTOR**

FABIAN RODRIGUEZ SIBAJA  
**TUTOR**

**San José, Costa Rica**

AGOSTO, 2025

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS -----	2
DECLARACIÓN JURADA -----	3
Carta de aprobación del filólogo-----	4
Carta de resolución del tutor del TFG – -----	5
Carta del lector -----	6
Solicitud de defensa del estudiante -----	7
RESUMEN EJECUTIVO - -----	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN - -----	13
Planteamiento del Problema-----	13
Descripción del Problema -----	14
Objetivo General -----	15
Objetivos Específicos -----	15
Justificación -----	16
Viabilidad Legal -----	16
Viabilidad Operativa -----	16
Viabilidad técnica -----	17
Viabilidad económica -----	19
Proyecciones - -----	20
Alcance General -----	21
Alcance Funcional - -----	21
Alcance Metodológico - -----	24
Alcance Tecnológico - -----	25
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL - -----	28
Generalidades - -----	28
La Gestión de Cargas - -----	29
El Cálculo de Costos - -----	30
Procesamiento de Transacciones - -----	30
La Gestión de Almacenes - -----	31
La Gestión de Transporte - -----	30

El Seguimiento de Documentación Aduanera - .....	32
Seguridad y Acceso - .....	33
Reportes y Análisis - .....	33
Notificaciones y Alertas - .....	34
Tecnologías aplicables - .....	34
Las Bases de datos.....	34
Aportes y autores relevantes - .....	40
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO - .....</b>	<b>43</b>
Enfoques de Investigación - .....	43
Tipos de Investigación - .....	44
Fuentes de información - .....	45
Instrumentos Utilizados para la Recolección de Datos - .....	47
Proceso para Recolección y Análisis de Datos - .....	47
<b>CAPÍTULO IV: Análisis de Resultados - .....</b>	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO V: Propuesta - .....</b>	<b>57</b>
Análisis detallado del software - .....	57
Análisis detallado del hardware - .....	60
Casos de Uso - .....	63
Diseño - .....	97
<b>PROGRAMACIÓN - .....</b>	<b>139</b>
<b>PRUEBAS - .....</b>	<b>149</b>
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES - .....</b>	<b>172</b>
Conclusiones - .....	172
Recomendaciones - .....	173
Referencias - .....	175
<b>APÉNDICE A - .....</b>	<b>178</b>
<b>APÉNDICE B - .....</b>	<b>180</b>

## TABLAS

Tabla 1: Desglose de los gastos previstos para el proyecto -----	19
Tabla 2: Módulos del Sistema -----	21
Tabla 3: Ciclo Kanban -----	24
Tabla 4: Unidad de análisis -----	46
Tabla 5: Tabla de costos servidor virtual -----	61
Tabla 6: Caso de uso Login y Seguridad -----	65
Tabla 7: Caso de uso Gestión de cargas -----	67
Tabla 8: Caso de uso Calculo Automático -----	71
Tabla 9: Caso de uso Procesamiento de Transacciones -----	75
Tabla 10: Caso de uso Gestión de Transporte -----	79
Tabla 11: Caso de uso Seguimiento de Documentación Aduanera -----	83
Tabla 12: Caso de uso Consultas -----	87
Tabla 13: Caso de uso Calculo Automático -----	90
Tabla 14: Caso de uso Reportes -----	94
Tabla 16: Seguridad -----	168
Tabla 17: Calculo de Costos Automático -----	168
Tabla 18: Transacciones -----	169
Tabla 19: Documentación Aduanera -----	169
Tabla 20: Gestión Movil en Tiempo Real -----	170
Tabla 21: Mantenimiento -----	170
Tabla 22: Consultas -----	171
Tabla 23: Reportes -----	171

## FIGURAS

Figura 1: Interfaz de MySQL - .....	35
Figura 2: Logo del lenguaje Python (Con mención al lenguaje para evitar confusiones) -	36
Figura 3: Interfaz principal de Visual Studio Code - .....	38
Figura 4: Acceso con usuario y contraseña - .....	39
Figura 5: Gráfico de percepción sobre la eficiencia en la gestión actual de cargas - .....	50
Figura 6: Gráfico sobre la claridad del proceso de cálculo de costos - .....	51
Figura 7: Gráfico sobre la accesibilidad de la información de cargas y documentación -	52
Figura 8: Gráfico sobre la utilidad de los procesos actuales de seguimiento y control de transporte - .....	53
Figura 9: Gráfico sobre la percepción de seguridad en el manejo de datos actuales - .....	54
Figura 10: Gráfico sobre la utilidad percibida de un sistema accesible desde el teléfono móvil .....	55
Figura 11: Gráfico sobre la necesidad percibida de automatización en el proceso logístico	56
Figura 12: Diagrama de caso de uso - .....	66
Figura 13: Diagrama de Arquitectura del Sistema. - .....	97
Figura 14: Diagrama de Arquitectura del software. - .....	98
Figura 15: Pantalla de inicio de sesión - .....	100
Figura 16: Gestión de cargas - .....	102
Figura 17: Cálculo de Costos Automático - .....	103
Figura 18: Procesamiento de Transacciones - .....	104
Figura 19: Gestión de Transporte - .....	104
Figura 20: Seguimiento de Documentación Aduanera - .....	105
Figura 21: Gestión Móvil en Tiempo Real - .....	106
Figura 22: Mantenimientos - .....	106
Figura 23: Consultas - .....	107
Figura 24: Reportes - .....	108
Figura 25: Diseño físico de la Base de Datos - .....	109
Figura 26: Diccionario de datos - .....	110
Figura 27: Diagrama de proceso Login - .....	113

Figura 28: Diagrama de proceso Gestión de Cargas - .....	128
Figura 29: Diagrama de proceso Mantenimientos - .....	129
Figura 30: Diagrama de proceso Cálculo Automático de Costos - .....	130
Figura 31: Diagrama de proceso Evaluación de Transportistas - .....	131
Figura 32: Diagrama de proceso Consultas y Reportes - .....	132
Figura 33: Diagrama de proceso Documentación Aduanera - .....	133
Figura 34: Diagrama de proceso Procesamiento de Transacciones - .....	134
Figura 35: Diagrama de proceso Gestión de Transporte - .....	135
Figura 36: Diagrama de proceso Gestión Móvil Logística y Aduanera en Tiempo Real - --	136
Figura 37: Módulo de Gestión de Cargas - .....	137
Figura 38: Módulo de Cálculo de Costos Automático - .....	138
Figura 39: Módulo de Procesamiento de Transacciones - .....	139
Figura 40: Módulo de Gestión de Transporte - .....	140
Figura 41: Módulo de Seguimiento de Documentación Aduanera - .....	141
Figura 42: Módulo de Gestión Móvil en Tiempo Real - .....	142
Figura 43: Módulo de Mantenimiento - .....	143
Figura 44: Módulo de Consultas - .....	144
Figura 45: Módulo de Reportes - .....	145
Figura 46: Módulo de Seguridad - .....	146
Figura 47: Diagrama de Secuencia – Módulo de Gestión de Cargas - .....	147
Figura 48: Diagrama de Secuencia – Módulo de Cálculo de Costos Automático - .....	148
Figura 49: Diagrama de Secuencia – Módulo de Procesamiento de Transacciones - .....	149
Figura 50: Diagrama de Secuencia – Módulo de Gestión de Transporte - .....	150
Figura 51: Diagrama de Secuencia – Módulo de Seguimiento de Documentación Aduanera	151
Figura 52: Diagrama de Secuencia – Módulo de Gestión Móvil en Tiempo Real - .....	152
Figura 53: Diagrama de Secuencia – Módulo de Mantenimiento - .....	153
Figura 54: Diagrama de Secuencia – Módulo de Consultas - .....	154
Figura 55: Diagrama de Secuencia – Módulo de Reportes - .....	155
Figura 56: Desarrollo del Módulo de Gestión de Cargas - .....	156
Figura 57: Desarrollo del Módulo de Cálculo de Costos Automático - .....	157
Figura 58: Desarrollo del Módulo de Procesamiento de Transacciones - .....	159

Figura 59: Desarrollo del Módulo de Seguimiento de Documentación Aduanera - -----	160
Figura 60: Desarrollo del Módulo de Gestión Móvil en Tiempo Real - -----	161
Figura 61: Desarrollo del Módulo de Mantenimiento - -----	162
Figura 62: Desarrollo del Módulo de Consultas - -----	163
Figura 63: Desarrollo del Módulo de Reportes - -----	164
Figura 64: Desarrollo del Módulo de Seguridad - -----	165
Figura 65: Resultado de pruebas aplicadas al sistema-----	167

## RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto desarrolla un sistema web y una aplicación móvil multiplataforma para **Costa Rica Forwarding** en Alajuela, buscando automatizar la gestión logística y aduanera. La empresa actualmente sufre de ineficiencias, errores y falta de centralización debido a procesos manuales en la gestión de cargas, cálculo de costos, transacciones, transporte y documentación. La solución propuesta, utilizando

**Python Django** para el backend, **Flutter** para la aplicación móvil y **MySQL** como base de datos, unificará y automatizará todos estos procesos. El sistema incluirá módulos para gestión de cargas, cálculo de costos automático, procesamiento de transacciones, gestión de transporte, seguimiento de documentación aduanera, gestión móvil en tiempo real, mantenimientos, consultas, reportes y seguridad. El proyecto es legalmente viable (cumple con leyes de Costa Rica como la Ley General de Aduanas y protección de datos), operativamente sencillo de usar, técnicamente robusto por las tecnologías elegidas, y económicamente viable al ser un proyecto universitario costado por el investigador. La metodología **Kanban** guía el desarrollo. Se concluye que la arquitectura y el stack tecnológico son idóneos para resolver las necesidades de digitalización de la empresa. Las recomendaciones futuras incluyen la implementación de entornos de prueba, automatización de pruebas, documentación de API y la adopción de prácticas DevOps

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

El presente documento presenta una propuesta de desarrollo para un aplicativo web y móvil (compatible con Android e iOS) con el fin de mejorar las operaciones logísticas y aduaneras de la empresa Costa Rica Forwarding. Actualmente la empresa presenta problemáticas importantes en la gestión manual y dispersión de cargas, documentos y costos, lo que disminuye su eficiencia y reduce su competitividad en el mercado logístico y aduanero.

La iniciativa de este proyecto contempla la automatización de tareas como la administración de cargas, el cálculo de costos, el manejo de transacciones, la coordinación de transporte y la gestión de documentos aduaneros, además de permitir un seguimiento en tiempo real desde dispositivos móviles a nivel multiplataforma. Para ello, se utilizarán tecnologías como Python con el framework web Django, Flutter y MySQL, garantizando una base sólida y escalable para el sistema.

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un prototipo de sistema web y aplicación móvil multiplataforma para unificar todos los procesos logísticos, minimizar la intervención manual y evitar errores derivados de esta dependencia humana en la empresa Costa Rica Forwarding

Asimismo, este proyecto no solo será beneficioso para Costa Rica Forwarding, sino que también podría servir de modelo a otras empresas del sector, al impulsar la modernización tecnológica dentro del ámbito logístico nacional. La automatización propuesta refuerza la competitividad de la compañía y la perfila como referente en la gestión logística a escala global.

### **Planteamiento del Problema**

Costa Rica Forwarding es una empresa especializada en logística aduanera y transporte internacional, la sede principal está ubicada en Alajuela, Costa Rica. La organización cuenta con un equipo multidisciplinario dedicado a gestionar cargas, documentación y operaciones logísticas en diferentes puntos del país y a nivel internacional. El principal objetivo es ofrecer servicios

personalizados a cada uno de los clientes que posee globalmente, enfocándose en que las operaciones logísticas cumplan con los estándares de calidad y normativas legales vigentes del país donde se realizan las debidas transacciones.

La empresa se enfrenta actualmente a diversas problemáticas a nivel operativo debido a carencia en soluciones de automatización y centralización en sus procesos logísticos. Entre los principales problemas identificados se encuentran:

### **Descripción del Problema.**

#### **Falta de automatización en la gestión de cargas.**

Los procesos de gestión de cargas se realizan manualmente, lo que ocasiona errores en el registro, duplicación de datos y demoras en las operaciones logísticas.

#### **Errores en los cálculos de costos.**

Los costos relacionados con transporte y almacenamiento de las cargas no se calculan de manera precisa debido a procesos registrados de forma manual, lo que genera inconsistencias y afecta al margen de ganancia de la empresa.

#### **Procesos manuales en transacciones logísticas.**

Las transacciones financieras, como pagos y ajustes de costos, se llevan a cabo manualmente, generando retrasos y una falta de seguimiento adecuado.

#### **Ineficiencias en la coordinación del transporte.**

La asignación de rutas y vehículos no es eficiente, lo que ocasiona retrasos en las entregas y afecta de forma negativa la visibilidad con el cliente al cual se entrega el producto.

#### **Falta de centralización de documentos logísticos.**

La documentación de las cargas, como órdenes de transporte y reportes aduaneros, no están organizadas en un sistema centralizado, dificultando su acceso y actualizaciones.

#### **Limitado acceso móvil para la gestión integral.**

La falta de herramientas móviles restringe la capacidad de supervisar y gestionar operaciones logísticas en tiempo real, lo que reduce la eficiencia en la toma de decisiones y el debido seguimiento de los viajes en transporte.

Ante la problemática presentada anteriormente, el anteproyecto propuesto a realizar se enfoca en brindar un diseño de un sistema web y un aplicativo móvil multiplataforma interconectados mediante el uso de APIs que permita automatizar los procesos logísticos y aduaneros en Costa Rica Forwarding. El sistema tiene como objetivo gestionar las cargas, calcular los costos de las cargas automáticamente, procesar cada una de las transacciones de manera eficiente, coordinar el transporte, así como llevar el seguimiento de la documentación y su debida supervisión en tiempo real. Con la finalidad de modernizar procedimientos inexistentes en la empresa, incrementando su competitividad en el mercado, así como su posición a nivel global.

### **Objetivo General**

Desarrollar un sistema web y una aplicación móvil multiplataforma que mejora la precisión en la gestión de cargas, costos y transacciones en la empresa Costa Rica Forwarding, con Visual Studio Code, Python Django, Flutter y la base de datos MySQL

### **Objetivos Específicos**

Analizar los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema web y móvil, identificando las especificaciones necesarias para su desarrollo e implementación, y asegurando su alineación con las necesidades operativas y estratégicas del proyecto logístico-aduanero.

Diseñar el diagrama de la base de datos utilizando la herramienta Workbench, definiendo una estructura eficiente, escalable y compatible con las operaciones tanto del sistema web como de la aplicación móvil, optimizando el almacenamiento, la gestión de información y la integración con los distintos módulos.

Programar los diferentes módulos del sistema utilizando Python Django para la web y Flutter con Firebase para la aplicación móvil, asegurando el cumplimiento de los requerimientos técnicos, funcionales y de comunicación entre plataformas para su correcto desempeño, sincronización y compatibilidad.

Probar los distintos módulos que conforman el prototipo web y móvil, verificando su correcto funcionamiento, precisión en el procesamiento de datos, interacción entre dispositivos y confiabilidad operativa del sistema integral.

### **Justificación**

El sistema web y el aplicativo móvil facilitarán las transacciones y cálculos de forma automática al departamento logístico-aduanero mitigando los procesos manuales y agilizando los procesos dentro de la organización.

### ***Viabilidad Legal.***

El desarrollo del prototipo funcional del aplicativo logístico-aduanero para la empresa Costa Rica Forwarding cumplirá con la legislación vigente en Costa Rica, adhiriéndose a las siguientes leyes:

- Ley 8148 Adición de los artículos 196 BIS, 217 BIS y 229 BIS al Código Penal la "Ley 8148, que incluye los artículos 196 BIS, 217 BIS y 229 BIS al Código Penal, así como la Ley N° 4573 para combatir y sancionar los delitos informáticos", se determina que el proyecto de sistema logístico-aduanero no viola ninguno de los mencionados artículos. Por lo tanto, se confirma la viabilidad legal del sistema.
- Ley N° 4573 para reprimir y sancionar los delitos informáticos de la Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica del año 2001 la "Ley N° 4573 para reprimir y sancionar los delitos informáticos de la Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica del año 2001", se determina que el proyecto de control de logístico-aduanero no viola ninguno de los mencionados artículos. Por lo tanto, se confirma la viabilidad legal del sistema frente al ámbito legal.
- Ley de Derechos de Autor 6683 por parte de la Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica del año 1982, la "Ley de Derechos de Autor 6683 por parte de la Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica del año 1982" determinó que estoy usando los debidos programas brindados de manera gratuita por las diferentes instituciones y las cuales son de uso educativo, por lo cual esto no viola ninguno de los artículos mencionados anteriormente; por lo tanto, se confirma la viabilidad legal del sistema ante la ley de derechos humanos.

- Ley 8968 sobre la protección de la persona frente al tratamiento de sus datos personales, basado en el análisis de la " Ley 8968 sobre la protección de la persona frente al tratamiento de sus datos personales", se concluye que el proyecto del sistema de control de logístico-aduanero no infringe los requisitos legales establecidos en dicha ley. Esto garantiza que el sistema respeta la privacidad y protección de los datos personales de los empleados de Costa Rica Forwarding, ya que dicha información se usará con fines de la realización del proyecto; por lo cual se asegura su viabilidad legal y su conformidad con las disposiciones legales vigentes de la ley antes presentada.
- La ley 7557 Ley General de Aduanas dictamina que el proyecto logístico-aduanero no infringe ninguno de los artículos que se establecen en la normativa, el sistema cumple con cada una de las normativas relacionadas con la entrada y la salida del despacho o almacén con la mercancía, asegurando que las operaciones logísticas se ajusten a los regímenes aduaneros definido por la ley, por este motivo se confirma la viabilidad legal del proyecto logístico-aduanero.

### ***Viabilidad Operativa***

La viabilidad operativa del prototipo se fundamenta en su inherente simplicidad de uso, lo que elimina la necesidad de personal calificado adicional, ya que el sistema contará con un completo manual de usuario que guiará paso a paso su utilización tanto en la versión web como en el aplicativo móvil. Esta solución ha sido diseñada para adaptarse perfectamente a las necesidades de los colaboradores del departamento logístico-aduanero, facilitando una notable disminución del trabajo manual y, consecuentemente, una reducción significativa del índice de error humano. Así, la implementación de la solución no solo no demandará nuevo personal ni alterará las tareas existentes, sino que garantizará una mejora sustancial en la gestión de los procesos internos de Costa Rica Forwarding, mitigando las fallas asociadas a los procedimientos manuales.

### ***Viabilidad técnica.***

El sistema web y aplicativo móvil se desarrollarán empleando tecnologías ampliamente utilizadas en el ámbito de la ingeniería de software, esto permitirá asegurar la viabilidad técnica del desarrollo y su debida implementación, a continuación, se mencionará las tecnologías clave en el producto por generar:

### ***Tecnologías empleadas.***

**Backend:** Python y framework Django, conocido por su robustez en el desarrollo de API Restful, aplicaciones web, aplicaciones empresariales, aplicaciones de procesos y monitoreo, ofreciendo flexibilidad y capacidad de manejar aplicaciones de alto tráfico con la menor latencia posible en las transacciones.

**Frontend móvil:** Se hará uso del framework Flutter debido a gran versatilidad en la creación de aplicaciones móviles multiplataforma y su facilidad para el consumo de API 's desde versiones legacy de Android o IOS como también el uso de widgets modernos.

**Base de datos:** Con relación a la base de datos se hará uso del motor de MySQL, debido a su escalabilidad y manejo de grandes volúmenes de datos como su compatibilidad con aplicativos basados en Django como en Flutter, en el caso de Django se hará uso del ORM predeterminado para la interacción con la base de datos y la implementación de buenas prácticas para asegurar la integridad y la eficiencia de los datos almacenados.

### ***Infraestructura requerida.***

El sistema web será alojado en un servidor VPS, lo que permite un control completo de los recursos y la capacidad de ajustarse a las necesidades crecientes de la empresa.

Para el debido acceso los usuarios necesitarán equipo básico de escritorio o portátiles con tarjeta de wifi 2.4GHZ integrada en la tarjeta madre o con disponibilidad para puerto RJ45 para el acceso a la red empresarial y tener un rendimiento óptimo.

**En relación con la instalación del aplicativo móvil para su correcto** funcionamiento se deberá de tener instalado como requisito mínimo en dispositivos móviles Android la versión 5.0 (Lollipop) y en caso de los dispositivos móviles IOS la versión 11 mínimo.

### ***Compatibilidad y accesibilidad.***

Debido a que el sistema está basado en un producto de desarrollo web, no será requerida la instalación de software adicional en los dispositivos de los usuarios, lo que simplifica la implementación y reduce la complejidad técnica.

La aplicación móvil permitirá a los diversos colaboradores de la empresa ingresar desde cualquier dispositivo actual que contenga Android o IOS o acceso a la red y brindar una mejora en la toma de decisiones en tiempo real.

### ***Escalabilidad y mantenimiento.***

La arquitectura del sistema está diseñada bajo un modelo MVC, lo cual facilita futuras actualizaciones y adaptaciones a nuevas demandas por parte de los clientes o colaboradores.

Las tecnologías anteriormente mencionadas cuentan con amplio soporte y documentación lo cual garantiza un mantenimiento eficiente y adecuado

### **Viabilidad económica.**

Para la implementación del sistema logístico-aduanero, es fundamental analizar los costos asociados con su desarrollo y puesta en marcha. Este apartado presenta un desglose detallado de los gastos previstos, incluyendo los costos de programación, adquisición de equipos, conexión a internet y herramientas de desarrollo necesarias para el correcto funcionamiento del sistema. Se han identificado tanto costos directos, como el salario del programador y la compra de hardware, como costos indirectos, tales como licencias de software y suscripciones, muchas de las cuales son gratuitas.

En la **Tabla 1**, se presenta una distribución detallada de estos costos, evidenciando la inversión requerida para garantizar la operatividad del sistema. Este análisis permite determinar la viabilidad económica del proyecto, asegurando que los recursos financieros se utilicen de manera eficiente y justificando la inversión en función de los beneficios esperados.

**Tabla 1**

*Desglose de los gastos previstos para el proyecto*

<b>Item</b>	<b>Costo</b>	<b>Duración</b>
Salario por hora de un programador	€15.613,91 por día	durante 2 meses
Laptop u ordenador Especificaciones Ryzen 5600 512 Gb almacenamiento 24 GB Ram a 3200MHZ Nvidia RTX 4060	Precio aproximado €458,90 0colones	-
Servicio de conexión a internet 300 megas	28 000 colones pago mensual	2 meses = €56,000
Dispositivo Android (Emulador)	Gratuita	-
Dispositivo IOS (Emulador)	Gratuita	-
Licencia de Visual Studio Code	Gratuita	-

Licencia/Suscripción de Firebase	Gratuita	-
Licencia de Python Django	Gratuita	-
Licencia de Flutter	Gratuita	-
Licencia de MySQL server	Gratuita	-
Total	€1.200.912	

*Fuente: Elaboración propia.*

Los costos indicados anteriormente no se aplicarán a la empresa, ya que dicho prototipo es un proyecto universitario y será costado por el investigador.

### **Proyecciones**

El desarrollo y la debida implementación del sistema web y aplicativo móvil logístico-aduanero para la empresa Costa Rica Forwarding proyecta alcanzar una serie de logros, los cuales beneficiarán tanto a la empresa como a sus clientes de manera positiva. Entre los logros que se obtendrán, encontramos los siguientes:

#### **Optimización de Procesos.**

- La automatización en la gestión de las cargas, cálculos de costos y transacciones financieras.
- Reducción de errores y los tiempos de procesamiento, incrementando la eficiencia operativa a nivel de producción.

#### **Centralización de la Información.**

- La consolidación de los documentos clave en las operaciones logísticas de forma accesible desde cualquier dispositivo y ubicación geográfica.
- Mejora de la trazabilidad y control de las operaciones a nivel interno.

#### **Mejor Experiencia del Usuario.**

- Implementación de una interfaz intuitiva y amigable con el usuario tanto en el sistema web como en el aplicativo móvil
- Mayor versatilidad en el seguimiento de las operaciones en tiempo real y la toma de decisiones.

### **Impacto Económico.**

- Menor inversión en costos de asociados para la gestión manual de los procesos y la optimización de los recursos
- Aumento de la rentabilidad al proporcionar un servicio más eficiente y competitivo.

### **Sostenibilidad y Escalabilidad.**

- Implementación de un sistema escalable para futuras mejoras acorde a las necesidades de la empresa y el sector logístico
- Incremento en los niveles de productividad gracias a la automatización de recursos físicos.

El conjunto de mejoras anteriormente mencionadas permitirá a la empresa Costa Rica Forwarding fortalecer su posición en el mercado logístico, incrementando la satisfacción de los consumidores y posicionándose como un referente de la gestión moderna de procesos logísticos y aduaneros a nivel global.

### **Alcance General.**

El sistema para el departamento logístico-aduanero que se desarrolla para la empresa Costa Rica Forwarding tiene como principal objetivo mejorar la gestión de los procesos internos del departamento logístico-aduanero. ¿Cómo se consigue esto? Brindando un sistema automatizado para el seguimiento de las cargas, el cálculo del costo de las cargas y el manejo de la data de forma eficiente, con reducción en el índice de errores humanos, por lo cual permitirá al departamento agilizar sus procedimientos.

### **Alcance Funcional.**

A continuación, se presenta la lista de módulos relacionados para el alcance funcional en el desarrollo del prototipo para la empresa Costa Rica Forwarding:

**Tabla 2**

#### *Módulos del Sistema*

<b>Nombre del módulo</b>	<b>Descripción del módulo</b>
GESTION DE CARGA	Este módulo se centra en el análisis y procesamiento avanzado de datos, como peso, cantidad, origen y destino, para lograr la centralización eficiente de la información relacionada con las cargas. A través de

	<p>algoritmos especializados, organiza y estructura los datos de manera automática, permitiendo una gestión optimizada de las cargas dentro de los almacenes. Este enfoque asegura que toda la información relevante esté accesible, actualizada y validada, mejorando significativamente la precisión y la eficiencia en las operaciones logísticas internas.</p>
<p>CALCULO DE COSTOS AUTOMATICO</p>	<p>Este módulo se encargará de realizar cálculos automáticos de costos basados en peso, volumen, tarifas y otras variables procesamiento lave.</p>
<p>PROCESAMIENTO DE TRASACCIONES</p>	<p>Este módulo automatizará la gestión de pagos y el control de saldos, registrando de manera centralizada todas las transacciones financieras. Procesará los pagos de forma automática, verificará saldos pendientes y gestionará ajustes financieros para garantizar precisión en las operaciones. Además, emitirá comprobantes electrónicos en cada transacción, asegurando trazabilidad y cumplimiento normativo, reduciendo los errores manuales y optimizando el manejo financiero de las operaciones</p>
<p>GESTION DE TRANSPORTE</p>	<p>Este módulo automatiza la coordinación de rutas y vehículos, calculando de manera automática un estimado de la duración de cada viaje entre un punto A y un punto B, considerando la distancia y las condiciones de la ruta. También calcula el costo por viaje basado en la distancia y el tipo de transporte utilizado. Además, muestra información detallada del transporte asignado, incluyendo datos del camión (capacidad y características) y del conductor (nombre y contacto),</p>

	optimizando la logística y reduciendo retrasos.
SEGUIMINETO DE DOCUMENTACION ADUANERA	Este módulo se encargará de centralizar y organizar los documentos clave, asegurando el acceso y cumplimiento de normativas aduaneras.
GESTION MOVIL LOGISTICA Y ADUANERA EN TIEMPO REAL	Este módulo combina procesamiento avanzado de datos en tiempo real con funcionalidad móvil, permitiendo a los usuarios gestionar operaciones logísticas y aduaneras desde cualquier lugar. Procesa automáticamente información clave como cargas, costos y documentos, sincronizando instantáneamente entre la aplicación móvil y la versión web, brindando la funcionalidad de visualizar las rutas en tiempo real. Además, facilita cálculos dinámicos de tiempos, costos y recursos, garantizando decisiones precisas y actualizaciones inmediatas.
MANTENIMIENTOS	Este módulo se encargará de realizar el borrado, inserción, modificación, actualización de datos
CONSULTAS	Este módulo se encargará de generar información proporcionada de las diferentes tablas

REPORTES	Este módulo se encargará de generar información proporcionada de las diferentes tablas y procesos, pero con un formato específico, según lo solicite el usuario. Podrá ser impreso o por pantalla
SEGURIDAD	Este módulo se encargará de realizar la autenticación de contraseñas y definición de perfiles

*Fuente: Elaboración propia*

### **Alcance Metodológico.**

Kanban se caracteriza por tener un enfoque flexible para los desarrollos de proyectos, ya que cuenta con una gestión más simplificada de las tareas de la organización. Esta se centra en el flujo continuo de trabajo y una constante adaptación, para así complacer las necesidades cambiantes de la empresa. Se brinda una explicación detallada del ciclo de vida de Kanban con sus diversas fases.

### **Tabla 3**

#### *Ciclo Kanban*

Fase del Ciclo Kanban	Descripción
Visualización de tareas	Se crea un tablero con las diferentes tablas por las cuales debe pasar el desarrollo del sistema logístico aduanero; para este sistema estarán divididas en “por hacer”, “en proceso” y “completado”. Por estas columnas tendrán que pasar los diferentes procesos para el desarrollo del sistema.
Priorización	Luego de crear la tabla, se deben dividir y ordenar de forma coherente las diferentes tareas por realizar para facilitar la carga de trabajo dentro del equipo.

Fase del Ciclo Kanban	Descripción
Gestión del flujo de trabajo	En este punto se recomienda limitar la cantidad de tareas en curso para no entrar en colapso, ¿de qué manera? Se realizará un sondeo con el cual se analizan las tareas con mayor urgencia para un correcto flujo de trabajo. Dichos sondeos se realizan cada semana para llevar una línea de producción continua de trabajo. Como punto importante no se empezará una tarea sin haber terminado las que se tengan en proceso.
Mejora continua	Como último punto la esencia de Kanban es el flujo continuo de trabajo, por lo cual a medida que las tareas se completan, se deberán mover a la columna de "Completado". El equipo deberá verificar que cada tarea logre los criterios de finalización acordados y esté lista para ser entregada.

*Fuente: Elaboración propia*

La metodología Kanban fue aplicada de forma activa durante la implementación del prototipo mediante el uso de un tablero visual digital (Trello), donde se organizaron todas las tareas del proyecto. Dichas tareas se distribuyeron en columnas bajo los estados de "Por hacer", "En proceso" y "Completado", permitiendo visualizar el avance y la carga de trabajo en tiempo real.

Cada tarea fue registrada con un nombre descriptivo, asignada a un responsable y priorizada según su impacto en el sistema (por ejemplo, "Integración de OCR", "Pruebas UAT", "Dashboards en tiempo real"). Para garantizar una entrega continua, se limitaron las tareas activas a dos por desarrollador, cumpliendo con la gestión del flujo de trabajo de Kanban.

Además, se realizaron validaciones constantes al finalizar cada tarea para asegurar que cumpliera los criterios acordados antes de moverla a la columna de "Completado". Este enfoque permitió mantener una producción continua, predecible y organizada del prototipo del sistema logístico aduanero.

### **Alcance Tecnológico**

Se propone confeccionar el presente sistema logístico-aduanero de manera que sistema web y la aplicación móvil, por lo cual se hará uso del editor de licencia libre y código "Visual Studio Code" con el lenguaje back end Python framework, además se hará uso del

framework móvil Flutter y los debidos emuladores Android y IOS y se maneja como base de datos el sistema de “MySQL (64 bits)” los cuales son de uso gratuito. A continuación, se brinda una explicación detallada del hardware necesario para la implementación

**Hardware.** Estaciones de trabajo para el uso del sistema web y móvil: Las estaciones de trabajo de los usuarios que procederán a acceder al sistema logístico-aduanero requerirán un hardware básico como computadoras de escritorio o computadoras portátiles con conexión a Internet ya sea mediante wifi o ethernet. Las especificaciones son lo suficientemente básicas para la navegación web (Core i3 9 gen en adelante, 8 RAM en adelante, conexión a internet mayor a 20MB/s), pero en general se garantiza un rendimiento estable para el uso del sistema web y en el caso del aplicativo móvil serán necesarias especificaciones básicas como (Android 5.0 equivalente o superior, Qualcomm Snapdragon 665 o equivalente o superior, 8GB de RAM o superior y al menos 150 MB para el almacenamiento del aplicativo) para dispositivos android y en caso de dispositivos IOS (IOS 11, A12 Bionic, 6 de ram y al menos 150 MB para el almacenamiento del aplicativo ) para el uso adecuado en dispositivos móviles, la instalación del aplicativo web y movil será en un servidor interno de la empresa Costa Rica Forwarding el cual será proporcionado por el equipo de IT de compañía.

**Software.** Se hará uso del editor de código Visual Studio Code, el editor de código VS code es de licencia libre y proporcionado por Microsoft, Visual Studio Code brinda herramientas y funcionalidades necesarias para el desarrollo de aplicaciones web Django y aplicaciones móviles Flutter, para el desarrollo backend se hará uso del lenguaje de programación Python con el framework de desarrollo web Django y en el caso de las aplicaciones móviles se hará uso del Framework móvil Flutter para la aplicación multiplataforma, en el caso de la creación del UI/UX se hará uso de los widgets predeterminados por parte de Django y Flutter para el desarrollo eficiente del sistema web y aplicativo multiplataforma.

**Base de Datos.** Se empleará el sistema de gestión de bases de datos MySQL (64 bits) como el sistema de base de datos principal, MySQL proporciona una plataforma confiable y de tipo escalable para el almacenamiento y la gestión del flujo de los datos relacionados a la logística aduanera.

**Seguridad de datos.** En relación con el manejo de los datos se aplicará un cifrado de los mismos utilizando el cifrado AES-256 permitiendo que la información que sea almacenada dentro

de la base de datos se encuentre completamente cifrada como también las transacciones HTTPS mediante el uso de certificados SSL/TLS, generando tokens automáticos mediante el Jinja2

## CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presentará una exhaustiva recopilación de términos y conceptos clave que desempeñarán un papel fundamental en la comprensión detallada de la estructura y funcionalidad de la herramienta desarrollada en el presente proyecto. Estos términos no solo proporcionarán al lector una base sólida de conocimientos, sino que también le permitirán adquirir una perspectiva más crítica y fundamentada a la hora de analizar y evaluar la investigación realizada.

### **Generalidades**

Cuando el lector se adentre en la comprensión de estos conceptos, estará equipado para explorar con mayor precisión y profundidad los aspectos tanto técnicos como teóricos que rodean la herramienta en cuestión. Esta familiarización proporcionará una base sólida para abordar los detalles intrincados de su funcionamiento, así como para evaluar su relevancia y eficacia en diferentes contextos.

### **Los Sistema Informáticos**

Los sistemas informáticos son fundamentales para el procesamiento adecuado de la información. Según Calatayud et al. (2020), "un sistema informático es un conjunto de componentes que trabajan de manera interconectada para almacenar, procesar y recuperar datos, permitiendo a las organizaciones tomar decisiones informadas" (p. 45). Estos sistemas se componen de tres elementos esenciales: hardware, software y factor humano.

El hardware abarca todos los componentes físicos de un sistema, tales como la unidad central de procesamiento (**CPU**), dispositivos de almacenamiento, memorias y periféricos de entrada y salida. Cardona et al. (2019) señalan que "los servidores son elementos críticos para la gestión centralizada de datos y recursos dentro de una red" (p. 78).

El hardware abarca todos los componentes físicos de un sistema, tales como la unidad central de procesamiento (CPU), dispositivos de almacenamiento, memorias y periféricos de entrada y salida. Cardona (2019) señala que "los servidores son elementos críticos para la gestión centralizada de datos y recursos dentro de una red" (p. 78).

### **El Software**

El software es un elemento fundamental en los sistemas informáticos, ya que permite la ejecución de tareas específicas que facilitan la operatividad y el procesamiento de datos en diversas

áreas. Sin software, el hardware por sí solo carecería de utilidad, ya que es este el que proporciona las instrucciones necesarias para el funcionamiento de los dispositivos tecnológicos. En este sentido, Lapiedra et al. (2019) explican que "el software comprende tanto el software de sistema —como los sistemas operativos— como el software de aplicación, que permite realizar tareas específicas como la edición de texto, el análisis de datos y la gestión de redes" (p. 45). Esta distinción es clave para entender el papel que desempeña cada tipo de software en la operatividad de los sistemas, permitiendo desde la gestión de recursos del sistema hasta la ejecución de aplicaciones enfocadas en la productividad y la administración de información.

Por otro lado, además del software y el hardware, el factor humano juega un papel determinante en el correcto funcionamiento de los sistemas informáticos. El personal técnico es responsable de la instalación, mantenimiento y optimización de los sistemas, asegurando que estos operen de manera eficiente y sin interrupciones. Cardona et al. (2019) destacan que "el factor humano es la interacción de los individuos entre sí, con los equipos y las instalaciones, y con los sistemas de gestión" (p. 102). Esto evidencia que la gestión de los sistemas no solo depende de la tecnología, sino también del conocimiento, la experiencia y la toma de decisiones de quienes operan estos entornos.

La sinergia entre software, hardware y el factor humano es lo que permite el desarrollo y funcionamiento óptimo de los sistemas informáticos en cualquier organización. Mientras que el software define las funcionalidades y la operatividad, el personal encargado garantiza su correcto desempeño y adaptación a las necesidades cambiantes del entorno tecnológico.

### **La Gestión de Cargas**

La gestión de las cargas a nivel de aduanas y logística es esencial para garantizar un flujo eficiente en el manejo de las mercancías a lo largo de la cadena de suministro. Ballou (2020) indica que "la logística implica la planificación, implementación y control eficientes del flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo para satisfacer las necesidades del cliente" (p. 67).

### **El Cálculo de Costos**

El cálculo de los costos es un componente crítico en las operaciones logísticas, debido a su impacto en la rentabilidad de la empresa y su competitividad en el mercado. Chopra et al. (2020) señalan que "una metodología precisa en el cálculo de costos permite establecer tarifas competitivas y garantizar la rentabilidad en el comercio internacional" (p. 112).

### **Procesamiento de Transacciones**

El procesamiento de las transacciones es fundamental en la actividad financiera de la empresa en el ámbito logístico, ya que permite una gestión eficiente de los pagos, cobros y registros contables asociados a cada operación. En un entorno donde la rapidez y precisión son clave para la optimización de la cadena de suministro, contar con procesos automatizados de facturación y conciliación financiera garantiza una mayor eficiencia operativa y minimiza los errores humanos en la contabilidad de la empresa.

Además, la integración de herramientas tecnológicas especializadas en la administración de pagos permite mejorar la trazabilidad de las transacciones y la gestión de flujos de efectivo, lo que impacta directamente en la rentabilidad y en la capacidad de respuesta ante imprevistos financieros. En este sentido, Long (2021) destaca que "la integración de sistemas de pago automatizados con plataformas contables agiliza el flujo financiero, reduce los tiempos de procesamiento y fortalece la transparencia en los procesos de despacho aduanero" (p. 85).

En el sector logístico, donde las transacciones pueden involucrar múltiples actores, monedas y regulaciones internacionales, es crucial implementar soluciones que garanticen la seguridad y la confiabilidad de los pagos, asegurando el cumplimiento normativo y optimizando la operatividad del negocio

### **La Gestión de Almacenes**

La gestión de almacenes es un componente clave en la logística de cualquier empresa, ya que permite un control eficiente del inventario y la optimización de los espacios de almacenamiento para las cargas. Una administración inadecuada de los almacenes puede generar problemas como desabastecimiento, exceso de stock o pérdidas de productos, lo que impacta directamente en los costos operativos y en la capacidad de respuesta ante la demanda del mercado.

En este sentido, la implementación de tecnologías avanzadas, como software de gestión de almacenes (WMS), escáneres de códigos de barras y sistemas RFID, ha revolucionado la manera en que las empresas administran sus inventarios. Estas herramientas permiten una actualización en

tiempo real del estado de las existencias, reduciendo la dependencia de registros manuales y minimizando errores humanos en los procesos de conteo y reposición.

Además, la digitalización de los procesos de almacenamiento facilita la trazabilidad de los productos, asegurando que cada mercancía sea ubicada, manipulada y distribuida de manera óptima dentro del almacén. Esto no solo mejora la eficiencia en la consolidación de cargas, sino que también optimiza los tiempos de despacho y reduce costos operativos. En este contexto, Ballou (2020) explica que "la automatización de los procesos de inventario, mediante sistemas de escaneo y software especializado, reduce significativamente los errores y mejora la precisión en la consolidación de cargas" (p. 132).

Dado el crecimiento del comercio electrónico y la necesidad de respuestas logísticas más rápidas y precisas, las empresas deben apostar por una gestión de almacenes basada en datos, con procesos optimizados y alineados con la demanda real del mercado. La integración de la tecnología con estrategias eficientes de almacenamiento no solo permite un control más riguroso del inventario, sino que también impacta en la reducción de tiempos de entrega y en la satisfacción del cliente final.

### **La Gestión de Transporte**

La gestión del transporte es un pilar fundamental en la logística empresarial, ya que implica la planificación, ejecución y control del movimiento de mercancías desde el punto de origen hasta el destino final. Un sistema de transporte eficiente no solo garantiza el cumplimiento de los tiempos de entrega, sino que también impacta directamente en la reducción de costos operativos, la satisfacción del cliente y la optimización de la cadena de suministro.

En un entorno globalizado, donde las exigencias del mercado y las regulaciones aduaneras son cada vez más estrictas, es crucial implementar estrategias de transporte que aseguren la eficiencia operativa. Esto incluye la elección adecuada de los medios de transporte, la consolidación de cargas, la reducción de tiempos de tránsito y el cumplimiento de normativas internacionales.

Además, el avance de la tecnología ha permitido mejorar la trazabilidad y el control del transporte mediante sistemas de monitoreo en tiempo real. La digitalización y el uso de software especializado han optimizado la planificación de rutas, reduciendo tiempos de espera y maximizando la eficiencia en la distribución de mercancías. En este sentido, Chopra et al. (2020) indican que "la planificación de rutas y la asignación óptima de vehículos son esenciales para garantizar la puntualidad en las entregas. Además, el uso de tecnologías de rastreo en tiempo real mejora la visibilidad de cada envío, permitiendo respuestas rápidas ante imprevistos y facilitando la coordinación con las autoridades aduaneras" (p. 189).

Una gestión de transporte eficiente no solo aborda el desplazamiento físico de la mercancía, sino también una coordinación estratégica con los proveedores, operadores logísticos y organismos reguladores. La integración de tecnologías avanzadas y la optimización de procesos logísticos son claves para reducir costos, mejorar la seguridad en los envíos y fortalecer la competitividad en el mercado.

### **El Seguimiento de Documentación Aduanera**

Llevar un buen control de la documentación aduanera es fundamental para que las operaciones de comercio internacional se desarrollen sin contratiempos. Cada país tiene sus propias normativas y requisitos, por lo que cualquier error o falta de información en los documentos puede generar retrasos, sanciones o incluso la retención de la mercancía en la aduana, afectando tanto la logística como los costos de la empresa.

Para evitar estos problemas, es clave asegurarse de que todos los documentos, como permisos, declaraciones aduaneras y facturas comerciales, estén actualizados y correctamente gestionados. Sin un seguimiento adecuado, la operatividad se puede ver afectada, generando tiempos de espera innecesarios y complicaciones en la entrega de los productos.

Gracias a la digitalización, ahora es mucho más fácil optimizar estos procesos. La automatización de los trámites ha permitido reducir errores y hacer que la verificación y validación

de documentos sea más rápida y precisa. Long (2021) menciona que "la digitalización de los procesos aduaneros facilita la verificación y validación de permisos, declaraciones y otros documentos, reduciendo retrasos y evitando sanciones en el tránsito de mercancías a través de las fronteras" (p. 210).

Además, el uso de plataformas digitales que conectan a exportadores, importadores, agentes aduanales y autoridades ha mejorado la transparencia y eficiencia en la gestión documental. Esto no solo agiliza el movimiento de mercancías, sino que también reduce costos operativos y garantiza un mayor control sobre la información.

Tener un sistema eficiente para el seguimiento de la documentación aduanera no solo permite cumplir con las normativas, sino que también mejora la fluidez de las operaciones logísticas y minimiza riesgos, asegurando que las mercancías lleguen a su destino sin complicaciones.

### **Seguridad y Acceso**

Garantizar la seguridad en los procesos logísticos y aduaneros es clave para proteger la información y las cargas. Con la digitalización y automatización de estos procesos, es fundamental implementar protocolos de seguridad que minimicen riesgos y eviten accesos no autorizados a datos sensibles.

El control de acceso juega un papel crucial en esta protección. Laudon et al. (2020) destacan que "el control de acceso mediante autenticación y autorización garantiza que solo el personal autorizado pueda acceder a datos críticos, minimizando los riesgos de brechas de seguridad y preservando la confidencialidad de la información sensible" (p. 154).

Muchas empresas han optado por sistemas de autenticación multifactor y cifrado de datos para reforzar la seguridad. Además, el monitoreo constante ayuda a detectar posibles amenazas antes de que afecten la operación.

### **Reportes y Análisis**

La generación de reportes y el análisis detallado son esenciales para la toma de decisiones y la mejora continua en las empresas. Contar con información estructurada permite detectar ineficiencias, optimizar recursos y fortalecer la competitividad en un entorno globalizado.

En este sentido, Rodríguez et al. (2024) destacan que "la caracterización del proceso logístico permite identificar deficiencias y fortalezas, facilitando la toma de decisiones estratégicas en la empresa" (p. 87). Esta capacidad analítica permite a las organizaciones adaptarse a cambios del mercado, mejorar la eficiencia operativa y maximizar el uso de sus recursos.

### **Notificaciones y Alertas**

La implementación de sistemas de notificaciones y alertas en tiempo real es clave para una gestión proactiva en entornos logísticos y aduaneros. Estos sistemas permiten detectar incidencias de manera oportuna, optimizando la toma de decisiones y reduciendo riesgos operativos.

En este sentido, Pérez et al. (2023) destacan que "las alertas en tiempo real permiten anticipar problemas como retrasos en la carga o vencimientos de documentos, facilitando una respuesta inmediata y eficaz" (p. 56). Contar con este tipo de herramientas mejora la coordinación entre los diferentes actores logísticos y garantiza un flujo eficiente de la información.

### **Tecnologías aplicables**

La página oficial de SQL (2021) señala que SQL (*Structured Query Language*) es un lenguaje de programación que permite manipular los datos y los sistemas de bases de datos relacionales. Este lenguaje se utiliza principalmente para comunicarse con las bases de datos con el fin de gestionar los datos que contienen (párr. 1).

Se puede apreciar que el lenguaje SQL está enfocado en el manejo y creación de bases de datos en el campo del desarrollo de software. Como parte de sus características, se encuentran la administración y el control de las estructuras de bases de datos.

### **Las Bases de datos**

Las bases de datos son un componente fundamental en el almacenamiento y gestión de la información dentro de los sistemas informáticos. Estas permiten organizar, estructurar y manipular grandes volúmenes de datos de manera eficiente, asegurando la disponibilidad y confiabilidad de la información. En términos generales, una base de datos se codifica utilizando lenguajes de programación especializados, diseñados para facilitar la interacción con los datos de forma estructurada.

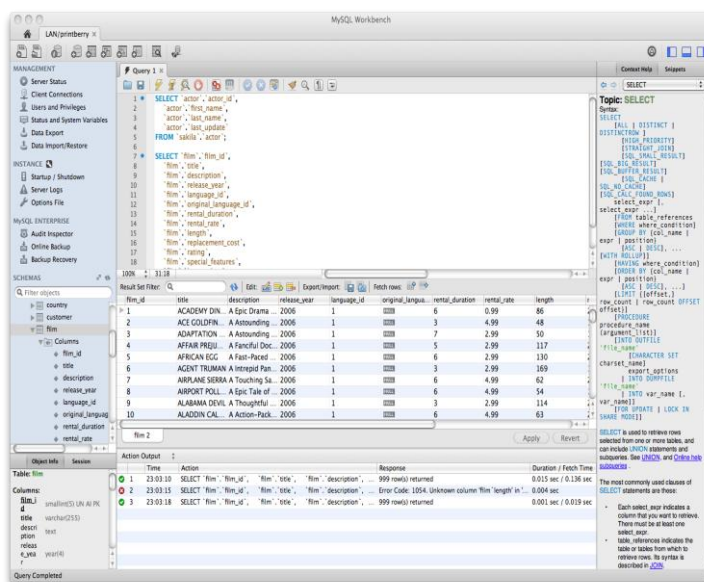
Existen diferentes tipos de bases de datos según su estructura y funcionalidad, como las bases de datos relacionales, no relacionales, jerárquicas y en red. Sin embargo, las bases de datos relacionales son las más utilizadas en la actualidad debido a su flexibilidad y capacidad de gestión eficiente mediante el uso de consultas estructuradas.

Los lenguajes de programación son esenciales para la interacción entre los humanos y las computadoras, permitiendo la ejecución de diversas operaciones. Mendoza (2020) define un lenguaje de programación como "el conjunto de instrucciones a través del cual los humanos interactúan con las computadoras" (párr. 1). Gracias a estos lenguajes, los usuarios pueden desarrollar aplicaciones, automatizar procesos y gestionar datos de manera eficiente.

El uso de SQL en la gestión de bases de datos permite realizar consultas avanzadas, optimizar la recuperación de información y mejorar la administración de los datos almacenados. Gracias a su estructura basada en comandos como SELECT, INSERT, UPDATE y DELETE, es posible acceder y modificar los registros de manera eficiente, asegurando la integridad y consistencia de la información dentro de un sistema.

**Figura 1**

*Interfaz de MySQL*



Fuente: MySQL

Estas brindan la funcionalidad de crear índices, vistas y procedimientos almacenados. Esto permite una gran escalabilidad y flexibilidad para el manejo y almacenamiento de los datos de la organización. El lenguaje SQL tiene alta compatibilidad con la mayoría de los lenguajes de programación, como Python y frameworks de desarrollo como Django y Flutter.

La página Python.org (2023) define a Python como un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y orientado a objetos, caracterizado por una sintaxis clara y legible, lo que facilita tanto su aprendizaje como el desarrollo de aplicaciones complejas en diversos ámbitos. Como menciona Python.org (2023), este lenguaje se utiliza ampliamente en la industria y en el ámbito académico debido a su simplicidad y versatilidad, permitiendo una integración fluida con otros lenguajes y tecnologías, lo que lo hace especialmente adecuado para el desarrollo de soluciones en áreas como la ciencia de datos, la automatización, el desarrollo web y la inteligencia artificial.

En el contexto del presente estudio, Python destaca por su capacidad de optimizar procesos logísticos y aduaneros mediante la automatización y el manejo eficiente de datos. Su uso en sistemas de gestión facilita la integración de bases de datos, la generación de reportes automatizados y la comunicación entre distintos módulos del sistema. Además, su compatibilidad con frameworks y herramientas de desarrollo web permite la creación de plataformas personalizadas para la administración y el monitoreo de operaciones logísticas. Gracias a su comunidad activa y a la constante evolución del lenguaje, Python representa una opción robusta y flexible para el desarrollo de soluciones tecnológicas en el sector logístico y aduanero (Python Software Foundation, 2023).

## **Figura 2**

*Logo del lenguaje Python (Con mención al lenguaje para evitar confusiones)*



Fuente: pluspng.com

La documentación de SQLAlchemy (2023) menciona que "algunos lenguajes pueden integrarse con sistemas de bases de datos gracias a bibliotecas ampliamente utilizadas, como SQLAlchemy y PyMySQL, las cuales son herramientas clave en la automatización de procesos empresariales. Estas bibliotecas permiten a los desarrolladores conectar aplicaciones Python con diversas bases de datos relacionales y no relacionales, facilitando la gestión y el procesamiento de la información."

Como se observa en la Figura 2, Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en el desarrollo de aplicaciones y la integración con bases de datos. De acuerdo con la Python Software Foundation (2023), Python se destaca por su sintaxis clara y la disponibilidad de múltiples librerías que facilitan la automatización de procesos y la creación de soluciones escalables.

Los principales entornos de desarrollo para Python, como Visual Studio Code y PyCharm, ofrecen integración nativa o mediante plugins con sistemas de control de versiones populares como Git, lo que facilita la colaboración en equipos de desarrollo (Microsoft, 2023).

Entre las características destacadas de estos entornos y herramientas se pueden mencionar las siguientes:

**Entorno de desarrollo integrado:**

PyCharm proporciona un entorno completo y fácil de usar para escribir, depurar y ejecutar código Python, lo que permite a los desarrolladores centrarse en la lógica de la aplicación sin preocuparse por la configuración del entorno (JetBrains, 2023).

**Amplia compatibilidad:**

Python es compatible con una gran variedad de librerías y frameworks, como Django, Flask, Pandas y NumPy, lo que facilita su integración en proyectos de diversa índole, desde aplicaciones web hasta análisis de datos (Python Software Foundation, 2023).

**Integración con control de versiones:**

Los principales entornos de desarrollo para Python, como Visual Studio Code y PyCharm, ofrece integración nativa o mediante plugins con sistemas de control de versiones populares, como Git, lo que facilita la colaboración en equipos de desarrollo (Microsoft, 2023).

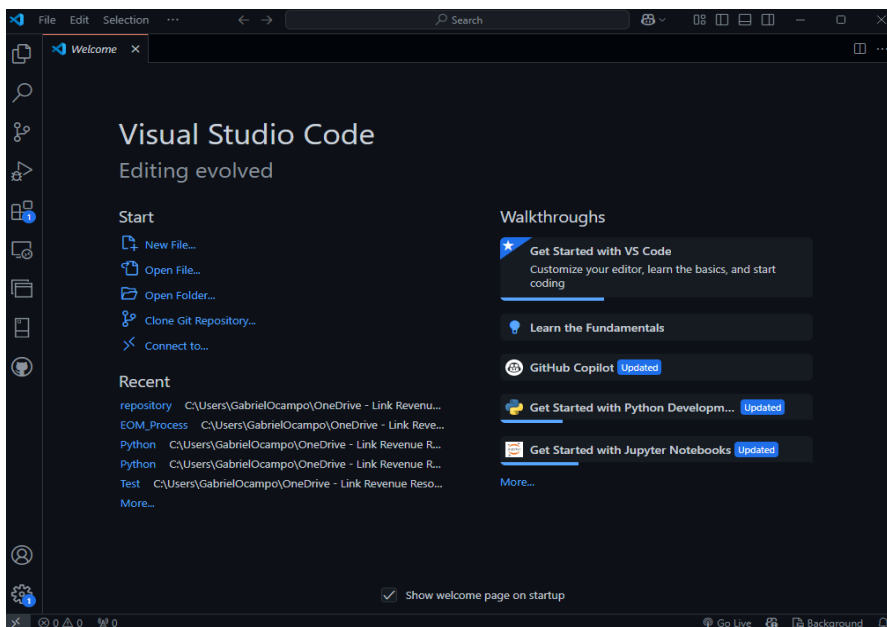
**Desarrollo multiplataforma:**

Python permite desarrollar aplicaciones que se ejecuten en múltiples sistemas operativos, incluyendo Windows, macOS y Linux. Además, gracias a frameworks específicos, se pueden crear aplicaciones web y móviles, brindando a los desarrolladores una gran flexibilidad para abordar distintos tipos de proyectos (Python Software Foundation, 2023).

En relación con las características y cada uno de los distintos aspectos en la construcción de un sistema, destacan las siguientes medidas de seguridad implementadas en el presente prototipo a desarrollar. De acuerdo con estas medidas, el acceso al sistema será gestionado mediante el uso de un usuario, contraseña y la generación de tokens de sesión únicos por usuario.

### Figura 3

#### *Interfaz principal de Visual Studio Code*



Fuente: Visual Studio Code (Windows versión)

### La seguridad

Las contraseñas son la primera línea de defensa en la seguridad informática, pero su eficacia depende de su complejidad y de la implementación de mecanismos adicionales de autenticación. Schneier (2019) indica que "las contraseñas son la primera línea de defensa en la seguridad informática, pero su eficacia depende de su complejidad y de la implementación de mecanismos adicionales de autenticación" (p. 87).

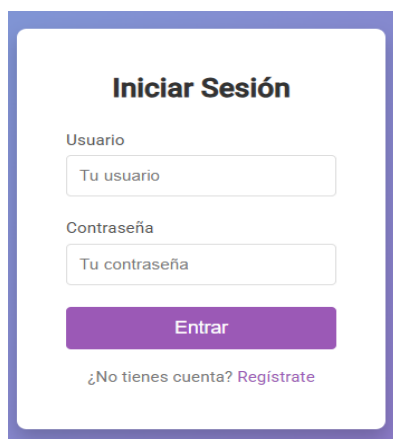
Para fortalecer la seguridad, es recomendable combinar contraseñas seguras con la generación de tokens de sesión. Estos tokens, asignados de forma única en cada sesión, se invalidan al finalizar la misma, minimizando el riesgo de suplantación de identidad y fortaleciendo el control de accesos en el sistema. En este sentido, Anderson (2020) señala que "la autenticación basada en

tokens añade una capa adicional de seguridad, asegurando que solo los usuarios autorizados puedan acceder a los sistemas críticos" (p. 112).

Además, la autenticación multifactor (MFA) se ha convertido en una práctica estándar para proteger sistemas sensibles. Ferguson et al. (2021) afirman que "la MFA, que combina algo que el usuario sabe (como una contraseña) con algo que el usuario tiene (como un token de seguridad), ofrece una defensa en profundidad contra accesos no autorizados" (p. 154)

#### **Figura 4**

*Acceso con usuario y contraseña*



El formulario de inicio de sesión tiene un título "Iniciar Sesión" en el centro. Debajo del título hay dos campos de entrada: "Usuario" con el placeholder "Tu usuario" y "Contraseña" con el placeholder "Tu contraseña". Debajo de los campos hay un botón de "Entrar" de color morado. En la parte inferior del formulario hay un enlace que dice "¿No tienes cuenta? Regístrate".

Fuente: Elaboración propia

Todos estos aspectos son clave para el desarrollo de un sistema informático, ya que estos sistemas son responsables de recibir, almacenar y procesar información para luego generar resultados. Chávez (2022) señala que "los sistemas informáticos están diseñados para gestionar información de manera eficiente, facilitando la toma de decisiones y optimizando los procesos empresariales" (párr. 1).

Asimismo, Chávez (2022) indica que "los sistemas están hechos para realizar y agilizar todos los procesos dentro de una empresa" (párr. 3). Estas herramientas tecnológicas permiten optimizar tareas y mejorar la eficiencia en distintas áreas de trabajo, facilitando una mejor administración de los recursos y una mayor productividad.

Uno de los beneficios más destacados de estos sistemas es su capacidad para la automatización de tareas, lo que permite ejecutar de forma automática procesos repetitivos y predecibles. Esto no solo libera tiempo para que los empleados se enfoquen en actividades estratégicas, sino que también reduce errores y minimiza costos operativos.

## **Automatización**

La automatización ha transformado significativamente los procesos empresariales, optimizando la eficiencia y reduciendo la dependencia de la intervención humana. En el ámbito logístico y aduanero, la implementación de tecnologías automatizadas facilita la ejecución de tareas repetitivas y minimiza los errores humanos. Begnini et al. (2022) señalan que "la automatización implica la transferencia de labores y tareas de producción, generalmente realizadas por operadores humanos, al conjunto de elementos tecnológicos disponibles" (p. 986). Este enfoque permite a las empresas mejorar la productividad, reducir costos operativos y aumentar su competitividad en el mercado.

Además de mejorar la eficiencia, la seguridad es un aspecto clave en la automatización. Un sistema automatizado puede gestionar y proteger datos sensibles mediante autenticación avanzada y cifrado. En este sentido, el desarrollo de sistemas basados en plataformas web y móviles se ha convertido en una tendencia creciente en la industria. Luján (2002) explica que "las aplicaciones web son aquellas herramientas donde los usuarios pueden acceder a un servidor web a través de la red mediante un navegador determinado" (p. 33). Este tipo de implementación permite a los usuarios acceder a información clave desde cualquier lugar, garantizando flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades del negocio.

En el caso de la empresa Costa Rica Forwarding, se ha desarrollado un prototipo de sistema web y móvil multiplataforma para la gestión logística y aduanera. **Python Django** se emplea en el backend para garantizar una estructura segura y escalable, mientras que **Flutter** se utiliza en el desarrollo de la aplicación móvil, brindando una interfaz intuitiva y eficiente. La integración de estas tecnologías no solo permite optimizar los procesos internos, sino que también mejora la seguridad y la trazabilidad de los envíos.

## **Impacto de la Automatización en los Procesos Aduaneros**

En el contexto aduanero, la automatización ha facilitado la digitalización de procesos críticos, reduciendo tiempos de espera y eliminando la burocracia innecesaria. Esto ha permitido a las empresas mejorar su competitividad al agilizar trámites relacionados con la importación y exportación de mercancías, evitando retrasos que pueden traducirse en sobre costos y pérdida de oportunidades comerciales. **Sidorov** (2023) destaca la importancia de la automatización en los

procedimientos aduaneros a través del intercambio de documentos electrónicos, respaldando tendencias como el comercio sin papel y el comercio transfronterizo sin papel, los cuales buscan eliminar la dependencia de trámites físicos y reducir la intervención manual en los procesos logísticos (p. 78).

Además, la digitalización permite una verificación más rápida de permisos y declaraciones, garantizando el cumplimiento de normativas y evitando sanciones por incumplimiento de requisitos regulatorios. A nivel internacional, muchas aduanas han implementado plataformas digitales que facilitan la interoperabilidad entre distintos actores del comercio exterior, desde agentes de carga hasta entidades gubernamentales. **Espinoza et al.** (2022) analizaron la transformación de los procesos aduaneros en Perú, evidenciando cómo la digitalización no solo agiliza la gestión comercial, sino que también permite un control más efectivo sobre la trazabilidad de las mercancías y los procesos de fiscalización (p. 95).

El uso de tecnologías emergentes como **Internet de las Cosas (IoT)**, el análisis de datos en tiempo real y los sistemas integrados de gestión del transporte han revolucionado la operativa aduanera y logística. Gracias a estas innovaciones, es posible obtener información detallada sobre el estado y la ubicación de la carga en cualquier momento, lo que mejora la visibilidad de la cadena de suministro y permite una toma de decisiones más informada. **Piscoya et al.** (2023) investigaron cómo la digitalización de procedimientos aduaneros contribuye a la simplificación de trámites y al aumento de la productividad en la logística, evidenciando su impacto positivo en la reducción de costos administrativos y operativos (p. 112).

Desde una perspectiva tecnológica, la automatización aplicada a la gestión logística y aduanera mediante sistemas avanzados basados en lenguajes de programación como **Python** y frameworks backend como **Django** y **Flutter** permite la integración eficiente de la información y la toma de decisiones estratégicas basada en datos. Al centralizar el flujo de información y optimizar procesos clave como la asignación de rutas y la validación de documentación, las empresas no solo logran mayor eficiencia y competitividad en el mercado global, sino que también reducen riesgos asociados a errores humanos y pérdida de información. La implementación de estas soluciones no solo representa una ventaja operativa, sino que se ha convertido en una necesidad ante la creciente digitalización del comercio internacional y la exigencia de procesos más ágiles y seguros en la logística aduanera.

### **Aportes y autores relevantes**

En el ámbito aduanero, la automatización y la mejora continua en la eficiencia operativa han impulsado el desarrollo de diversas soluciones tecnológicas para optimizar los procesos críticos. **Sidorov** (2023) destaca la importancia de la automatización de los procedimientos aduaneros a través del intercambio de documentos en formato electrónico, respaldando las tendencias del "comercio sin papel" y el "comercio transfronterizo sin papel" (p. 78).

Además, la digitalización de los procesos aduaneros facilita la verificación y validación de permisos, declaraciones y otros documentos, reduciendo retrasos y sanciones durante el tránsito internacional de mercancías. **Espinoza et al.** (2022) analizan la transformación de los procesos aduaneros en Perú, resaltando cómo la digitalización contribuye a agilizar la gestión comercial y fortalecer el comercio exterior (p. 95).

La implementación de soluciones en un sistema logístico-aduanero, desarrollado con lenguajes de alto nivel como **Python** y frameworks backend como **Django** y **Flutter** para la versión móvil, permite a las empresas gestionar de manera integral el transporte y las cargas. Esta herramienta no solo tiene como objetivo automatizar tareas repetitivas, sino que también mejora la eficiencia operativa y facilita la toma de decisiones estratégicas al proporcionar reportes y análisis de datos de forma automática y en tiempo real.

### **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

En este apartado se presentan los enfoques y tipos de investigación empleados en el desarrollo del presente proyecto, con el fin de proporcionar una visión clara sobre la metodología aplicada para el diseño e implementación del sistema web y móvil para la empresa Costa Rica Forwarding.

#### **Enfoques de Investigación**

Los enfoques de investigación permiten establecer la metodología adecuada para recolectar, analizar e interpretar los datos. Existen tres enfoques principales: cualitativo, cuantitativo y mixto, cada uno con características y aplicaciones específicas en función del tipo de estudio y los objetivos planteados.

El enfoque cualitativo se centra en comprender fenómenos desde una perspectiva subjetiva, explorando experiencias, percepciones y significados a través de métodos como entrevistas, observación y análisis de contenido. Se utiliza cuando el objetivo es obtener una comprensión profunda de los procesos sociales o humanos sin necesidad de datos numéricos.

Por otro lado, el enfoque cuantitativo se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos mediante herramientas estadísticas, permitiendo obtener resultados medibles, replicables y generalizables. Se fundamenta en la observación estructurada y el uso de instrumentos como cuestionarios y escalas de medición para obtener información objetiva y precisa sobre un fenómeno determinado.

Finalmente, el enfoque mixto combina elementos de ambos enfoques, integrando métodos cualitativos y cuantitativos para proporcionar un análisis más completo y detallado de la investigación. Se utiliza cuando es necesario complementar los resultados numéricos con información descriptiva que permita interpretar mejor los hallazgos.

En este estudio, se eligió el enfoque cuantitativo, ya que proporciona una medición precisa de los datos y permite analizar de manera estructurada las calificaciones de los diferentes módulos del proyecto, garantizando resultados confiables y objetivos.

#### **Enfoque Cuantitativo.**

Este enfoque es apropiado cuando se desea realizar una recopilación de datos numéricos y realizar análisis estadísticos para obtener resultados objetivos y generales. Cuando el objetivo

principal es medición de variables, establecer relaciones o realizar comparaciones cuantitativas, el enfoque cuantitativo puede ser la opción más apropiada.

Este se basa en la idea de que los datos numéricos son los puntos que brindan una base sólida para el análisis e interpretación de variables o fenómenos relevantes. El objetivo de este método es obtener mediciones precisas y confiables, mediante el uso de métodos estandarizados, como cuestionarios, escalas de medición o registros. Se recopilan datos y se analizan sistemáticamente para llegar a conclusiones significativas.

### **Enfoque de Investigación Seleccionado.**

Se optó por el enfoque cuantitativo para este proyecto por su naturaleza, que se centra en la evaluación de los diferentes módulos de un proyecto programado. El objetivo es recopilar datos numéricos mediante encuestas de calificación, utilizando una escala numérica del 1 al 10. El enfoque cuantitativo permite obtener mediciones precisas y cuantificables de la satisfacción de los participantes en relación con los diferentes módulos del proyecto.

El uso de una escala numérica permitirá realizar un análisis cuantitativo de los datos, calcular promedios y realizar comparaciones entre los diferentes módulos. Además, se podrá obtener conclusiones basadas en pruebas concretas. Asimismo, este enfoque también brinda la posibilidad de generalizar los resultados. Se eligió el enfoque cuantitativo debido a la capacidad para proporcionar un análisis preciso de las calificaciones de los diferentes módulos del proyecto.

### **Tipos de Investigación**

Existen diferentes tipos de investigación que se utilizan según el propósito y la profundidad del estudio. Uno de ellos es la **investigación descriptiva**, que se enfoca en detallar y analizar un fenómeno en un momento específico, sin establecer relaciones causales. Su objetivo principal es presentar una visión clara de las variables involucradas en el estudio.

Por otro lado, la **investigación exploratoria** se emplea cuando se tiene poca información sobre un tema. Su propósito es recolectar datos iniciales para comprender mejor el problema y establecer bases para investigaciones futuras. Debido a su naturaleza, este tipo de investigación es flexible y permite ajustar los métodos según los hallazgos obtenidos.

En contraste, la **investigación explicativa** busca identificar las causas y efectos de un fenómeno. Se centra en analizar las relaciones entre variables y en comprender los factores que

influyen en un determinado evento. Su enfoque permite conocer la profundidad de un problema y establecer patrones de comportamiento o correlaciones entre distintos elementos.

Cada tipo de investigación tiene su aplicación específica y se elige en función de los objetivos planteados en el estudio. Mientras que la investigación exploratoria sirve como base para estudios preliminares, la descriptiva ayuda a definir características detalladas de un fenómeno y la explicativa profundiza en las causas que lo originan.

### ***Investigación descriptiva***

El método descriptivo busca proporcionar una descripción más detallada y precisa de lo que se está investigando. El objetivo principal es recopilar información, con el fin de comprender de manera más objetiva el objeto de estudio. Este tipo de investigación recopila la información por medio de diferentes técnicas aplicadas las cuales son encuestas, observaciones, entrevistas, así como el análisis de documentos. Al obtener estos datos se llevan a analizar y se presentan de una manera organizada, lo que permite obtener una visión más clara y con mayores características para las debidas conclusiones.

Este tipo de investigación es de gran utilidad para las diferentes áreas, ya que proporciona una cantidad más abundante de información para los futuros estudios o investigaciones.

### ***Tipo de Investigación Seleccionado***

Se optó por utilizar un tipo descriptivo, debido a que el objetivo principal es obtener una imagen detallada y precisa de la evaluación de los módulos de un proyecto. Al optar por este tipo de investigación, se recopilarán datos a través de encuestas de calificación y se analizarán estadísticamente para su debida presentación.

Permitirá recoger la información directamente de los empleados, obteniendo calificaciones en relación con cada módulo del proyecto, ya que se utilizará una escala de calificación del 1 al 10. De esta forma, se podrá cuantificar las respuestas y obtener los porcentajes necesarios.

### **Fuentes de información**

Las fuentes son cualquier instrumento o recurso que pueda servir para satisfacer una necesidad informativa. Su principal objetivo es facilitar la localización de documentos.

Primarias son las que proporcionan la información más nueva y de forma más original. Estas se encuentran en publicaciones más serias o monografías (libros o revistas), de estas son las que se encuentra la información más directa.

Secundarias: no ofrecen información, sino que su objetivo es indicar la fuente o el documento que puede proporcionar la información. Esta da una parte de la información y remite a otra página principal. Esta puede ser bibliografías, catálogos o bases de datos.

Terciaria son guías las cuales pueden ser virtuales o físicas. Estas tienen la información sobre fuentes secundarias. Estas forman parte de la referencia de la biblioteca, estas facilitan el control de repertorios de referencias.

### **Tipos de Variables**

#### **Operacionales.**

Es una variable tangible o de medida exacta la cual da la demostración de un proceso, ya que define exactamente la cantidad y su presencia.

#### **Instrumentales.**

Está definida como una medida estándar o real usada mayormente para la representación de una variable específica.

#### **Conceptuales.**

Una variable conceptual no tiene una forma definida para ser medida u observada directamente.

Tabla 4

#### *Unidad de análisis*

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Variable Conceptual</b>	<b>Variable Instrumental</b>	<b>Variable Operacional</b>
Analizar los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema web, identificando las especificaciones necesarias para su desarrollo y asegurando su alineación con las necesidades operativas y estratégicas del proyecto.	Requerimientos del sistema	"Los requerimientos del sistema definen las condiciones y capacidades que un sistema debe cumplir para satisfacer las necesidades del usuario y los objetivos del proyecto." (Sommerville, 2015)	Encuestas de evaluación, entrevistas con usuarios, revisión de documentación.	Google Forms, guía de observación.

Objetivo	Variable	Variable Conceptual	Variable Instrumental	Variable Operacional
Diseñar el diagrama de la base de datos utilizando la herramienta Workbench, definiendo una estructura eficiente y escalable que optimice el almacenamiento, la gestión de información y la integración con los diferentes módulos del sistema.	Modelado de base de datos	"El diseño de base de datos es el proceso de estructuración y organización de datos para garantizar la eficiencia, integridad y escalabilidad del sistema." (Connolly & Begg, 2014)	Diagramas entidad-relación, normalización de datos, documentación técnica.	MySQL Workbench
Programar los diferentes módulos del sistema utilizando Python Django, Flutter y Firebase, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y funcionalidad del sistema.	Desarrollo de software	"La programación de software consiste en la escritura, prueba y mantenimiento del código fuente de un sistema informático para garantizar su correcto funcionamiento."	Diagramas UML, pruebas unitarias, documentación técnica.	Visual Studio Code, Django REST Framework, Flutter, Firebase
Probar los diferentes módulos que componen el prototipo, verificando su correcto funcionamiento y precisión en el sistema.	Pruebas de software	"Las pruebas de software consisten en la ejecución y validación de los módulos desarrollados para garantizar que cumplan con los requisitos y funcionen correctamente."	Pruebas funcionales, pruebas de integración, documentación de errores.	Postman, Selenium, JMeter

*Fuente: Elaboración propia*

### **Instrumentos Utilizados para la Recolección de Datos.**

Para la recolección de datos en el desarrollo del sistema logístico-aduanero de Costa Rica Forwarding, se propone utilizar un instrumento de encuestas basado en puntajes. Este método permite recopilar información de manera eficiente, considerando la cantidad de colaboradores involucrados en los procesos logísticos y aduaneros de la empresa. El instrumento consistirá en un cuestionario estructurado con escalas de medición, donde cada participante asignará un puntaje a diferentes afirmaciones relacionadas con las variables de interés. Se utilizará una escala de

múltiples opciones (por ejemplo, de 1 a 5) para que los trabajadores indiquen su grado de acuerdo o desacuerdo con cada afirmación.

La elección de realizar las encuestas vía web, a través de plataformas como Google Forms, WhatsApp o Gmail, se justifica por su accesibilidad y facilidad de uso. Estas herramientas son ampliamente utilizadas en el entorno empresarial y permiten enviar encuestas de manera eficiente sin restricciones geográficas. Además, el formato digital facilita la recopilación y análisis de los datos, permitiendo una respuesta rápida y confidencial por parte de los participantes.

El uso de puntajes en las encuestas permitirá obtener datos cuantitativos, lo que facilitará el análisis estadístico posterior. Estos puntajes reflejarán la percepción de los trabajadores sobre la eficiencia, utilidad y facilidad de uso de los módulos desarrollados en el sistema logístico-aduanero.

### **Proceso para Recolección y Análisis de Datos**

Para evaluar la efectividad del sistema logístico-aduanero en Costa Rica Forwarding, se implementó un proceso de recolección de datos estructurado. Este proceso permitió obtener información relevante sobre el desempeño del sistema, su impacto en la gestión de cargas y la percepción de los usuarios. A través de diversos métodos, se recopiló evidencia que permitió identificar fortalezas y áreas de mejora para la optimización del sistema.

La recolección de datos se llevó a cabo mediante encuestas dicotómicas de Sí/No, aplicadas a los colaboradores del área de logística y aduanas. Estas encuestas permitieron medir la usabilidad y efectividad del sistema en distintos aspectos operativos. Adicionalmente, se realizó observación directa del uso de la plataforma web y móvil, registrando la interacción de los usuarios con sus distintas funcionalidades. También se documentaron métricas clave sobre el desempeño del sistema en la gestión de cargas y la automatización de procesos administrativos.

Para la recopilación de información, se utilizaron instrumentos como encuestas estructuradas, diseñadas para medir la satisfacción del usuario y evaluar el cumplimiento de los objetivos del sistema. Asimismo, se emplearon guías de observación que permitieron registrar el uso real de la plataforma en las operaciones diarias. Adicionalmente, se realizó un análisis documental, revisando informes previos sobre la gestión logística antes de la implementación del sistema, lo que facilitó la comparación de mejoras.

El análisis de los datos recopilados se realizó en varias etapas. En primer lugar, se llevó a cabo una revisión y categorización de las respuestas obtenidas en las encuestas, agrupando la

información según la percepción de los usuarios. Posteriormente, se calcularon tendencias y patrones de uso del sistema, determinando el nivel de aceptación y las áreas que requieren ajustes. A partir de estos datos, se interpretaron los resultados para identificar oportunidades de mejora y se compararon con los objetivos iniciales del proyecto.

Este informe presenta el análisis de un formulario de satisfacción diseñado para evaluar diversos puntos y desafíos dentro de la empresa Costa Rica Forwarding. A través de una serie de preguntas, se ha recopilado la opinión de los trabajadores sobre temas que van desde la comunicación interna hasta la manera como se ejecutan los pagos. El análisis de estos resultados brindó una visión detallada de cómo los empleados perciben la empresa en estas áreas específicas.

Este análisis es crucial para identificar tanto los aspectos positivos como los problemas visibles, lo que permitirá tomar decisiones informadas para mejorar la experiencia laboral y así solucionar los problemas presentes. A continuación, se presentarán los resultados detallados de las preguntas de satisfacción, que nos proporcionarán una visión más profunda de la opinión de los trabajadores y sus percepciones sobre la empresa

### **Herramientas utilizadas**

Para llevar a cabo este análisis, se utilizó Google Forms, la cual es una herramienta fácil de usar para crear encuestas en línea. Forms permitió la creación de una encuesta personalizada con una variedad de tipos de preguntas, como opciones múltiples de escalas de satisfacción. La misma tiene la capacidad de almacenar estas respuestas, demostrarlas en un gráfico para su debido análisis. Esto simplificó en gran medida el proceso de recolección de datos.

En cuanto a la población, referida al conjunto completo de individuos que son objeto de un estudio, se tiene que, en este caso, comprende a todos los colaboradores de la empresa. Para el estudio, la población es de un total de 8 colaboradores.

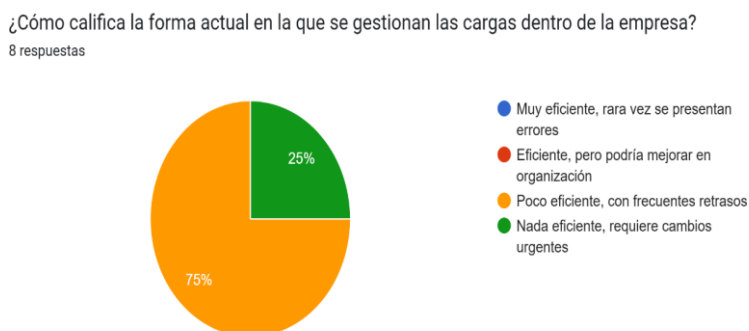
Respecto de la muestra, esta se entiende como un subconjunto de la población que se selecciona para participar en el estudio. Este grupo debe ser representativo de la población para asegurar que los resultados sean generalizables. La muestra consta de 8 colaboradores seleccionados aleatoriamente de diferentes departamentos y niveles jerárquicos dentro de la empresa. Esta selección busca reflejar una diversidad de opiniones y experiencias para obtener un panorama completo de la percepción de los empleados.

### CAPÍTULO III: Análisis de Resultados

A continuación, se mostrará los resultados de la encuesta aplicada a los colaboradores de la empresa, la cual va a mostrar el pensamiento de cada uno de ellos:

#### Figura 5.

*Gráfico de percepción sobre la eficiencia en la gestión actual de cargas*



Fuente: Elaboración propia

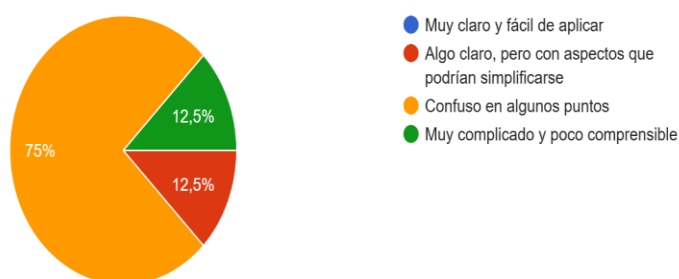
El 75% de los encuestados calificó la gestión actual de las cargas como poco eficiente, señalando la existencia de frecuentes retrasos en el proceso. Además, un 25% adicional consideró que la situación es nada eficiente, indicando la necesidad de realizar cambios urgentes.

Estos resultados reflejan una percepción ampliamente negativa respecto a los procesos actuales, sin ninguna respuesta positiva que sugiera eficiencia o buen funcionamiento. La ausencia de valoraciones favorables evidencia una problemática crítica en esta área operativa, lo cual justifica la necesidad de implementar un sistema tecnológico que permita mejorar la organización, trazabilidad y control en la gestión de cargas.

**Figura 6.**

*Gráfico sobre la claridad del proceso de cálculo de costos*

2. ¿Qué tan claro le resulta el proceso de cálculo de costos en su trabajo diario?  
8 respuestas



Fuente: Elaboración propia

El 75% de los encuestados indicó que el proceso de cálculo de costos resulta confuso en algunos puntos, lo que evidencia una falta de claridad en las metodologías actuales. Además, un 12.5% lo percibe como muy complicado y poco comprensible, reforzando la existencia de barreras significativas en la comprensión de este procedimiento.

Solo un 12.5% considera que el proceso es “algo claro”, aunque reconoce que podría simplificarse. Cabe destacar que ningún encuestado marcó la opción “muy claro y fácil de aplicar”.

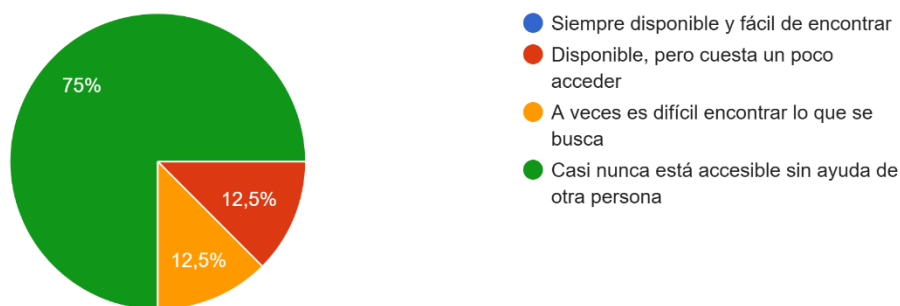
Este resultado evidencia una necesidad urgente de estandarizar y automatizar el cálculo de costos, mediante un sistema que brinde mayor transparencia, facilidad de uso y precisión, reduciendo así errores y mejorando la eficiencia operativa.

**Figura 7.**

*Gráfico sobre la accesibilidad de la información de cargas y documentación*

¿Qué tan accesible considera actualmente la información de cargas y documentación?

8 respuestas



Fuente: Elaboración propia

El 75% de los encuestados considera que la información de cargas y documentación casi nunca está accesible sin la ayuda de otra persona, lo que evidencia una grave falta de autonomía en el acceso a la información crítica para las operaciones. Este resultado indica que los sistemas o métodos actuales de gestión documental no cumplen con los principios básicos de accesibilidad y eficiencia.

Por otro lado, un 12.5% afirmó que “a veces es difícil encontrar lo que se busca”, y otro 12.5% indicó que la información está disponible, pero con cierta dificultad para acceder a ella. Ningún encuestado seleccionó la opción más positiva (“siempre disponible y fácil de encontrar”).

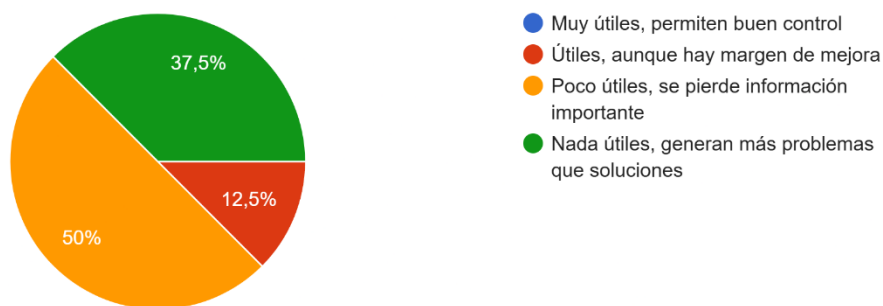
Estos datos muestran la necesidad urgente de implementar un sistema centralizado y accesible, que permita a los colaboradores consultar documentación de forma autónoma y en tiempo real, mejorando así los tiempos de respuesta y reduciendo la dependencia operativa entre áreas.

**Figura 8.**

*Gráfico sobre la utilidad de los procesos actuales de seguimiento y control de transporte*

¿Qué tan útiles le parecen los procesos actuales de seguimiento y control de transporte?

8 respuestas



Fuente: Elaboración propia

El 50% de los encuestados considera que los procesos actuales de seguimiento y control de transporte son poco útiles, ya que se pierde información importante en el camino. Además, un 37.5% indicó que estos procesos no son útiles en absoluto, generando más problemas que soluciones en las operaciones logísticas.

Solo un 12.5% percibe estos procesos como “útiles, aunque con margen de mejora”, y ningún participante los calificó como “muy útiles” o totalmente funcionales.

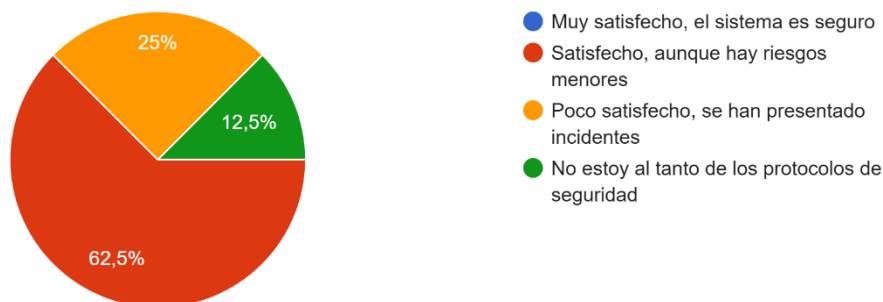
Este resultado refleja una insatisfacción generalizada con los mecanismos actuales de seguimiento de transporte, lo cual sugiere la necesidad de desarrollar un sistema más preciso, automatizado y con mejor trazabilidad, que garantice un control más efectivo y la reducción de errores o pérdidas de información durante los recorridos logísticos.

**Figura 9.**

*Gráfico sobre la percepción de seguridad en el manejo de datos actuales*

¿Qué tan satisfecho está con la seguridad de los datos manejados actualmente (información del cliente, cargas, transacciones)?

8 respuestas



Fuente: Elaboración propia

El 62.5% de los encuestados manifestó estar satisfecho, aunque reconoce que existen riesgos menores en la seguridad de los datos manejados, lo cual indica una percepción moderadamente positiva, pero no completamente confiable del sistema actual. Por otro lado, un 25% señaló estar poco satisfecho, mencionando que se han presentado incidentes relacionados con la seguridad de la información.

Adicionalmente, un 12.5% afirmó no estar al tanto de los protocolos de seguridad, lo que evidencia una posible falta de comunicación o capacitación sobre las medidas implementadas en la empresa para la protección de datos sensibles.

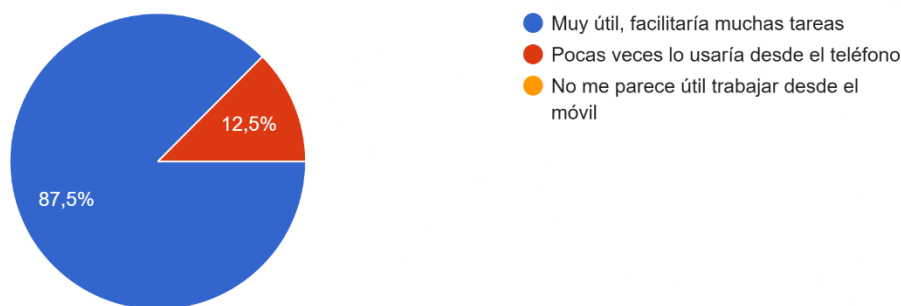
Estos resultados sugieren la necesidad de reforzar los mecanismos de seguridad, pero también de mejorar la difusión interna y el acceso a información sobre los protocolos existentes, con el fin de generar mayor confianza y fortalecer la protección de información crítica como datos de clientes, cargas o transacciones.

**Figura 10.**

*Gráfico sobre la utilidad percibida de un sistema accesible desde el teléfono móvil*

¿Qué tan útil considera que sería un sistema al que pueda acceder desde su teléfono móvil?

8 respuestas



Fuente: Elaboración propia

El 87.5% de los encuestados considera que un sistema al que se pueda acceder desde el teléfono móvil sería muy útil, ya que facilitaría muchas tareas dentro de sus funciones laborales. Este resultado refleja una alta aceptación y disposición por parte del personal hacia soluciones tecnológicas móviles que permitan una mayor flexibilidad y eficiencia operativa.

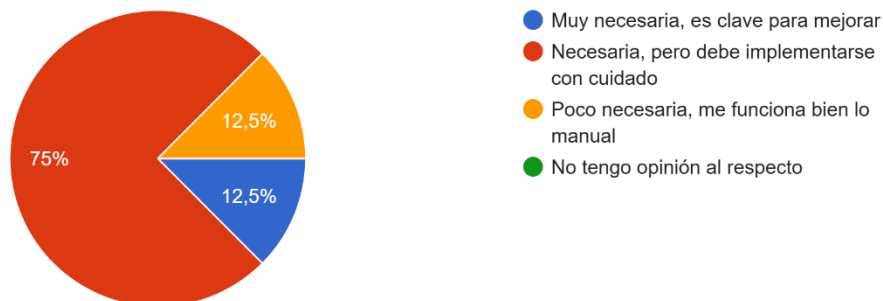
Por otro lado, un 12.5% indicó que solo lo usaría ocasionalmente desde el teléfono, mientras que ningún encuestado marcó la opción de que trabajar desde el móvil no le parece útil.

Este panorama demuestra una clara tendencia a favor de la movilidad y accesibilidad, lo cual respalda la decisión de incluir una aplicación móvil multiplataforma como parte del sistema logístico-aduanero propuesto.

**Figura 11.****Gráfico sobre la necesidad percibida de automatización en el proceso logístico**

¿Qué tan necesaria considera la automatización de tareas dentro del proceso logístico?

8 respuestas



Fuente: Elaboración propia

El 75% de los encuestados considera que la automatización de tareas dentro del proceso logístico es necesaria, pero debe implementarse con cuidado, lo que refleja una actitud positiva pero prudente hacia los cambios tecnológicos. Esta respuesta indica que, aunque existe apertura hacia la automatización, también se perciben posibles retos asociados a su correcta implementación.

Un 12,5% valora la automatización como muy necesaria y clave para mejorar, mientras que otro 12,5% considera que los procesos manuales son suficientes y no ve necesaria una transformación en ese aspecto.

Este resultado sugiere que, si bien la mayoría reconoce la importancia de automatizar, es fundamental acompañar esta transición con capacitación y un diseño bien planificado, para asegurar una adaptación efectiva del personal y el éxito del sistema propuesto.

## **CAPÍTULO V: PROPUESTA**

### **Análisis**

En este apartado se detalla el análisis correspondiente a la propuesta de desarrollo e implementación de un sistema web y aplicación móvil multiplataforma para la empresa Costa Rica Forwarding, enfocado en la gestión logística y aduanera. La solución tecnológica propuesta está orientada a mejorar la eficiencia operativa, la trazabilidad de las cargas y el control documental, centralizando todos los procesos en una única plataforma accesible desde múltiples dispositivos.

El sistema contempla la integración de los siguientes módulos funcionales: gestión de cargas, cálculo automático de costos, procesamiento de transacciones, gestión de transporte, seguimiento de documentación aduanera, consultas, reportes, gestión móvil en tiempo real, seguridad y mantenimiento de datos. Cada uno de estos módulos responde a necesidades específicas detectadas en el diagnóstico previo, alineándose con las características del entorno operativo de la empresa.

Este análisis permite estructurar los componentes del sistema desde una perspectiva funcional y técnica, asegurando que la solución propuesta cumpla con los requerimientos de eficiencia, trazabilidad, disponibilidad de la información, accesibilidad remota y cumplimiento normativo, fundamentales para el buen desempeño de los procesos logístico-aduaneros de la organización.

### **Análisis detallado del software**

El sistema web y móvil multiplataforma propuesto para Costa Rica Forwarding está orientado a la automatización y optimización de los procesos logísticos y aduaneros. Está compuesto por una serie de módulos interconectados que permiten la gestión integral de cargas, documentación, transporte, transacciones y más. A continuación, se detallan los módulos desarrollados:

- **Gestión de Cargas:** Este módulo centraliza la información clave relacionada con las cargas, como peso, cantidad, origen, destino y estado. A través del uso de algoritmos, organiza automáticamente los datos, permitiendo trazabilidad y eficiencia en las operaciones internas. Facilita la visualización, registro y actualización de cada carga procesada.
- **Cálculo de Costos Automático:** Encargado de realizar cálculos automáticos en función de variables como peso, volumen, tarifas por zona, tipo de mercancía y modalidad de

transporte. Reduce errores humanos en la cotización, mejora la precisión y agiliza los procesos de facturación o presupuestación.

- **Procesamiento de Transacciones:** Automatiza la gestión financiera de las operaciones logísticas. Registra pagos, genera comprobantes, controla saldos pendientes y realiza ajustes automáticos. Su objetivo es garantizar exactitud contable, trazabilidad y cumplimiento fiscal, minimizando la intervención manual.
- **Gestión de Transporte:** Permite la asignación eficiente de rutas, vehículos y operadores. Calcula la duración estimada del viaje entre puntos logísticos, considerando distancia y condiciones de tránsito. Ofrece información en tiempo real sobre el transporte asignado (placa, conductor, contacto, capacidad), permitiendo optimización operativa.
- **Seguimiento de Documentación Aduanera:** Centraliza y organiza toda la documentación relacionada con procesos de importación y exportación. Asegura el cumplimiento de normativas locales e internacionales mediante validación de pólizas, facturas, declaraciones aduaneras y otros documentos relevantes.
- **Gestión Móvil Logística y Aduanera en Tiempo Real:** Módulo integrado con la aplicación Flutter, permite el acceso y gestión del sistema desde dispositivos móviles. Brinda actualizaciones en tiempo real, sincronización automática con el sistema web, seguimiento de rutas y cargas, cálculo dinámico de tiempos y visualización de datos críticos.
- **Mantenimientos:** Permite a los administradores realizar inserciones, modificaciones, actualizaciones y eliminaciones sobre los datos del sistema. Es esencial para mantener actualizada la información de clientes, tarifas, transportistas, productos, etc.
- **Consultas:** Este módulo está orientado a facilitar el acceso y filtrado de datos desde diferentes tablas del sistema. Los usuarios pueden realizar búsquedas específicas por nombre, fecha, número de carga o documento, mejorando la toma de decisiones.
- **Reportes:** Genera informes detallados sobre los diferentes procesos logísticos y administrativos del sistema. Permite visualizar, imprimir o exportar reportes que contienen métricas clave, historial de movimientos, reportes aduaneros, entre otros, adaptándose al formato requerido por el usuario.
- **Seguridad:** Módulo que controla la autenticación y autorización de usuarios. Administra contraseñas, perfiles de usuario, y niveles de acceso. Implementa tokens de sesión, cifrado

de datos y validaciones para proteger el sistema frente a accesos no autorizados o amenazas externas.

### **Procesos**

**Consultas:** Los usuarios acceden mediante filtros específicos (por número de guía, cliente, fecha, estado de carga, entre otros) para visualizar información registrada en tiempo real. Los resultados se presentan de forma clara y ordenada para facilitar la interpretación y la toma de decisiones operativas.

**Mantenimientos:** Los datos ingresados por los usuarios (como información de clientes, cargas, rutas o tarifas) pasan por procesos de validación automática para garantizar su coherencia y consistencia. El sistema permite mantener un historial de cambios para asegurar la trazabilidad de la información.

**Gestión de cargas:** El sistema permite el registro, edición y seguimiento de cargas mediante formularios web y móviles. Los datos ingresados se validan para evitar duplicidad y errores, y se integran automáticamente al resto de procesos del sistema (transporte, costos, documentación).

**Cálculo de costos automático:** Al registrar una nueva carga, el sistema calcula automáticamente el costo asociado a su gestión logística en función de variables como peso, volumen, distancia, tarifas por zona, tipo de mercancía y modalidad de transporte. Este cálculo se realiza tanto en la plataforma web como desde la aplicación móvil.

**Procesamiento de transacciones:** Se registran los pagos y abonos relacionados con servicios logísticos. El sistema genera comprobantes automáticos y mantiene un historial financiero vinculado a cada operación. También puede integrarse con sistemas contables si es requerido.

**Gestión de transporte:** Permite la asignación de rutas y vehículos a cada carga. Calcula distancias estimadas y tiempos de entrega. Los usuarios pueden consultar información en tiempo real sobre la unidad asignada (vehículo, conductor, contacto, capacidad), permitiendo optimizar la logística.

**Seguimiento de documentación aduanera:** Los documentos pueden subirse, clasificarse y consultarse por tipo (facturas, pólizas, certificados, etc.), estado o fecha de vencimiento. El

sistema notifica automáticamente a los usuarios responsables sobre trámites pendientes o próximos a vencer.

**Reportes:** Los usuarios pueden generar reportes automáticos o personalizados sobre cargas, rutas, tiempos de entrega, costos, documentación, entre otros indicadores. Los resultados pueden visualizarse en pantalla o exportarse en formatos PDF y Excel.

**Login y seguridad:** Se emplea un sistema de autenticación segura, incluyendo contraseñas cifradas, manejo de sesiones activas, y, opcionalmente, autenticación de múltiples factores. Los perfiles de usuario controlan el acceso a cada módulo, garantizando confidencialidad y control de permisos.

**Gestión móvil:** La aplicación desarrollada en Flutter permite visualizar información clave del sistema, gestionar cargas, aprobar procesos logísticos, consultar documentación y generar reportes desde dispositivos móviles en tiempo real, sin necesidad de estar en la oficina.

## **Análisis detallado del hardware**

### **Hardware requerido para la programación del prototipo**

- Equipo: Ordenador Gigabyte Aorus B450M – Ryzen 5600 – 40 GB RAM
- Especificaciones técnicas:
  - Procesador: AMD Ryzen 5600
  - RAM: 40GB 2400MHZ
  - Almacenamiento: Samsung SSD 2.5 1TB/Patriot 256GB SSD M.2
  - Pantalla: Xiaomi Mi Curved Gaming Monitor 34” – WQHD 144Hz
  - GPU: 4060 NVIDIA
  - PSU: XPG Core Reactor 600W Gold
  - Sistema operativo: Windows 10
  - Costo: \$1.200.97

Fuente: Amazon

El equipo de cómputo descrito es personal y se considera apto para el desarrollo del prototipo del sistema logístico-aduanero. Este cuenta con un procesador medianamente potente y bastante memoria RAM para ejecutar los programas de desarrollo, así como un almacenamiento

suficiente para archivos de código y datos. La pantalla de alta resolución es ideal para visualizar el código y los resultados de las pruebas.

Respecto del *hardware* requerido para la puesta en producción del sistema, cabe resaltar los siguientes datos:

- Equipo: VPS Contabo.
- Especificaciones técnicas:
  - Procesador: Intel Xeon E5-2667 v4.
  - RAM: 8 GB.
  - Almacenamiento: SSD de 256 GB.
  - Red: 1 Gbps.
- Costo: No aplica (proporcionado por la empresa)

**Tabla 5.**

*Tabla de costos servidor virtual*

<i>Recurso</i>	<i>Descripción</i>	<i>Costo mensual</i>	<i>Inversión total en 2 años</i>	<i>Acuerdo de Patrocinio (Referencia)</i>
<i>Servidor VPS (Interno)</i>	<i>Infraestructura proporcionada y</i>	<i>financiada en su totalidad por Costa Rica Forwarding</i>	<i>€0 (Patrocinado por la empresa)</i>	<i>€0 (Patrocinado por la empresa)</i>

Elaboración Propia

Este VPS cuenta con la potencia y el almacenamiento necesarios para ejecutar el sistema logístico-aduanero en producción.

### **Uso de internet**

El sistema logístico-aduanero hará uso de una conexión a internet de banda ancha, la cual es requerida para asegurar el acceso al sistema desde diferentes ubicaciones, así como la conexión a servicios externos, sincronización de datos o respaldo en la nube. Se espera una conexión estable y con velocidad adecuada para mantener el rendimiento de la plataforma.

Requisitos de conectividad de la red de la empresa: La red de la empresa deberá tener salida a internet.

## **Puertos**

El sistema logístico-aduanero utilizará los siguientes puertos para su funcionamiento:

- Puertos Ethernet: para conectar los equipos de cómputo a la LAN.
- Puertos USB: para conectar dispositivos externos, como impresoras, escáneres o discos duros externos.
- Puertos WiFi: para conectarse a internet de manera inalámbrica.

## **Equipos**

Los equipos de cómputo que utilizarán el sistema logístico-aduanero deberán estar conectados a internet.

Requisitos de conectividad de los equipos

- Tarjeta de red Ethernet: para conectarse a la LAN.
- Puertos USB: para conectar dispositivos externos.
- Adaptador WiFi: para conectarse a internet de manera inalámbrica.

El sistema logístico-aduanero utilizará como motor de base de datos **MySQL**, una versión gratuita y robusta, adecuada para sistemas empresariales con estructuras bien definidas. Este motor será instalado en el VPS y se encargará de almacenar toda la información clave del sistema.

Las principales tablas que componen la base de datos son:

- Cargas
- Clientes
- Documentación aduanera
- Transacciones
- Rutas y transporte
- Solicitudes y autorizaciones
- Reportes logísticos
- Costos y tarifas
- Bitácoras de seguimiento
- Notificaciones

Costos

El motor de base de datos seleccionado para el sistema logístico-aduanero es MySQL, el cual es completamente gratuito. No requiere ningún tipo de licencia para su instalación, uso o

distribución, lo que lo convierte en una opción viable y sostenible para sistemas empresariales de esta naturaleza.

#### Capacidad

**MySQL** permite manejar volúmenes significativos de datos sin limitaciones estrictas en cuanto a capacidad de almacenamiento, más allá de los recursos disponibles en el servidor (RAM, CPU y espacio en disco). Esto lo hace ideal para un sistema en crecimiento, capaz de escalar conforme aumente la cantidad de registros, operaciones y usuarios activos.

#### Análisis del personal requerido para el uso del sistema

Los usuarios del sistema logístico-aduanero deberán contar con conocimientos básicos en el uso de herramientas digitales, ya que el sistema estará disponible tanto en plataforma web como en aplicación móvil.

#### Conocimientos técnicos para la utilización del sistema:

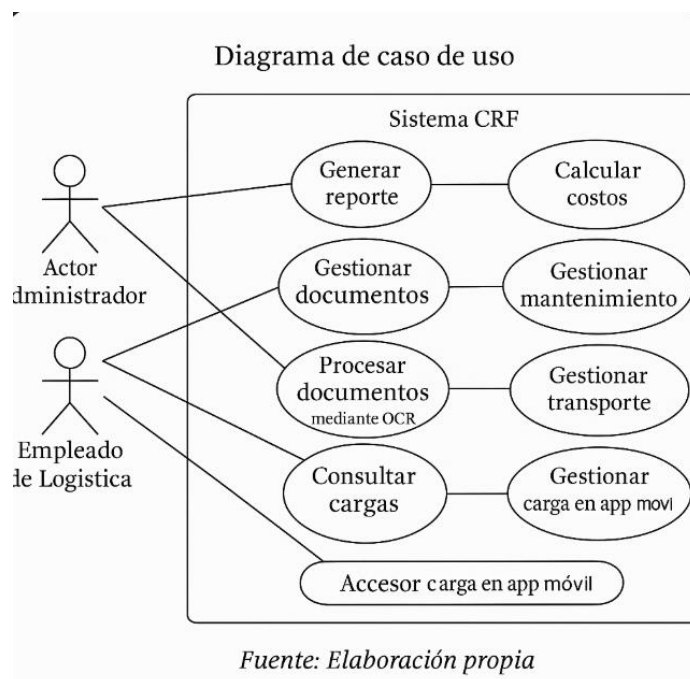
- Uso básico de computadoras y sistema operativo (Windows).
- Navegación por internet y uso de navegadores web.
- Manejo de aplicaciones móviles (Android/iOS).
- Interacción con formularios digitales y paneles web.

Para el mantenimiento del sistema de Costa Rica Forwarding se requieren las siguientes habilidades:

- Conocimientos en redes (configuración LAN, acceso remoto, seguridad de red).
- Dominio en administración y consultas de bases de datos relacionales (MySQL).
- Conocimiento en desarrollo con Django (Python), ya que es el framework backend del sistema.
- Experiencia en desarrollo o mantenimiento de aplicaciones móviles con Flutter (Dart).

## Casos de Uso

### Modelo de Casos de Uso

**Figura 12.***Diagrama de caso de uso**Fuente: Elaboración propia*

El diagrama representa los casos de uso del sistema CRF, donde se identifican dos actores principales: el Administrador y el Empleado de Logística. Ambos interactúan con funcionalidades clave como el inicio de sesión, la subida de documentos y el cálculo de costos, mientras que el Administrador también puede generar reportes, gestionar usuarios y ver documentos extraídos. El sistema utiliza relaciones como incluye y requiere para indicar dependencias entre funcionalidades; por ejemplo, subir documentos incluye consultar cargas, y generar reportes requiere primero procesar los documentos mediante OCR. El acceso desde app móvil está reservado al Empleado de Logística, y todo el flujo garantiza una correcta secuencia de operaciones basada en roles y permiso

**Tabla 6.***Caso de uso Login y Seguridad.*

<b>Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding ubicada en Alajuela.</b>	
Número Caso de Uso: #01	Nombre del Caso de Uso:CU-01 <b>Login y Seguridad</b>
Fecha elaboración:	24/04/2025
Descripción Caso de Uso:	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual el sistema gestiona la autenticación segura de los usuarios a través del ingreso de credenciales cifradas, manejo de sesiones activas y validación de permisos de acceso a módulos específicos. Incluye la posibilidad de aplicar autenticación de múltiples factores (MFA) para mayor seguridad.
Autor caso de uso:	Gabriel Alejandro Ocampo Madrigal
Actores relacionados:	Operador de Logística, Administrador
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario debe estar registrado en el sistema con un perfil asignado.</li> <li>• El servidor de autenticación debe estar activo.</li> <li>• El navegador o la app debe tener acceso a internet.</li> </ul>
<b>Flujo Básico del caso de uso</b>	
<b>Detallar el paso a paso del Flujo Básico</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario accede a la página de inicio de sesión del sistema o abre la aplicación móvil. <i>(F.A 1.1 Error de acceso o conexión)</i></li> <li>• El sistema muestra los campos para ingresar usuario y contraseña.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario introduce su nombre de usuario y contraseña cifrada. (<i>F.A 1.2 Credenciales incorrectas</i>)</li> <li>• El sistema valida las credenciales en la base de datos de usuarios.</li> <li>• Si la validación es exitosa, el sistema activa la sesión segura del usuario. (<i>F.A 1.3 MFA requerido - segundo factor de autenticación</i>)</li> <li>• El sistema redirige al usuario al tablero principal o módulo correspondiente según su perfil de permisos.</li> <li>• Fin del flujo básico.</li> </ul>	
<b>Subflujos</b>	
<b>SF - 01 (Recuperación de contraseña)</b>	Si el usuario olvidó su contraseña, el sistema ofrece la opción de recuperación mediante correo electrónico registrado, enviando un enlace seguro para el cambio de clave
<b>SF - 02 (Activación de MFA - Autenticación de múltiples factores)</b>	Para usuarios de alto privilegio (administradores), el sistema solicita un segundo factor de autenticación (código enviado al correo o aplicación de autenticación) antes de permitir el acceso completo.
<b>Flujos Alternos</b>	
<b>SF - 02 (Activación de MFA - Autenticación de múltiples factores)</b>	Para usuarios de alto privilegio (administradores), el sistema solicita un segundo factor de autenticación (código enviado al correo o aplicación de autenticación) antes de permitir el acceso completo.
<b>F.A (1.1 Error de acceso o conexión)</b>	Si el sistema no puede conectarse al servidor de autenticación o internet falla, se muestra un mensaje de error indicando que debe verificar su conexión y reintentar.

<b>F.A (1.2 Credenciales incorrectas)</b>	Si el usuario ingresa usuario o contraseña incorrecta, el sistema muestra un mensaje de error indicando "Credenciales inválidas, por favor intente nuevamente" y limpia los campos ingresados.
<b>F.A (1.3 MFA requerido - segundo factor de autenticación)</b>	Para usuarios que tienen activada autenticación de múltiples factores, el sistema solicitará el ingreso de un código adicional enviado a su dispositivo móvil o correo electrónico.
<b>Requerimientos especiales</b>	
<b>Postcondiciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario accede correctamente al sistema con su perfil de permisos asignado.</li> <li>• Se establece una sesión segura con cifrado de datos en tránsito (HTTPS/TLS).</li> <li>• Se activa un registro de auditoría que almacena fecha, hora, IP y resultado del inicio de sesión (éxito o fallo).</li> <li>• El sistema controla el tiempo de expiración de la sesión por inactividad, cerrándola automáticamente al exceder el límite definido.</li> </ul>	

Elaboración Propia

**Tabla 7.**

*Caso de uso Gestión de cargas.*

<b>Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding ubicada en Alajuela.</b>	
Número Caso de Uso: #02	Nombre del Caso de Uso: CU-02 <b>Gestión de Cargas (con OCR)</b>

Fecha elaboración:	24/04/2025
Descripción Caso de Uso:	Este caso de uso describe el proceso de registro, edición y seguimiento de cargas a través de formularios web y móviles, utilizando tecnología OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres) para la carga automática de información desde documentos digitales. Los datos extraídos son validados para evitar errores o duplicidades y se integran automáticamente al flujo logístico del sistema.
Autor caso de uso:	Gabriel Alejandro Ocampo Madrigal
Actores relacionados:	Operador de Logística, Administrador
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usuario autenticado en el sistema.</li> <li>• Acceso al módulo de Gestión de Cargas habilitado.</li> <li>• Servicio OCR activo y configurado.</li> <li>• Conexión estable a internet.</li> </ul>
<b>Flujo Básico del caso de uso</b>	
<b>Detallar el paso a paso del Flujo Básico</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario accede al módulo "Gestión de Cargas" en el sistema web o aplicación móvil. (F.A 2.1 Error de acceso al módulo)</li> </ul>	

- El sistema presenta la opción de cargar documentos mediante arrastrar y soltar (PDFs, imágenes) para su procesamiento automático.
- El usuario selecciona y arrastra los archivos al área de carga. (F.A 2.2 Formato de archivo no permitido)
- El sistema utiliza OCR para extraer automáticamente los datos relevantes de cada documento, tales como: peso de la carga, cantidad de bultos, origen, destino, estado de la carga, y otros datos específicos.
- El sistema muestra en pantalla los datos extraídos para revisión. (F.A 2.3 Datos incompletos o inválidos)
- El usuario, si lo desea, puede corregir manualmente cualquier dato antes de confirmar (Ver SF - 02 Edición manual de datos OCR extraídos).
- Una vez validados los datos, el usuario confirma el registro.
- El sistema guarda la carga en la base de datos asignándole un identificador único. (F.A 2.4 Error en almacenamiento)
- El sistema muestra mensaje de confirmación: "Carga(s) registrada(s) automáticamente con éxito".
- El usuario puede consultar en tiempo real el estado actual de la carga (registrada, asignada, en tránsito, entregada) desde el módulo de seguimiento (Ver SF - 03 Seguimiento de Estado de la Carga).
- Fin del flujo básico.

### **Subflujos**

<p><b>SF - 02 (Edición manual de datos OCR extraídos)</b></p>	<p>Si el usuario detecta algún error o inconsistencia en los datos extraídos por OCR, puede editar manualmente los campos antes de guardar la información definitiva en el sistema.</p>
<p><b>SF - 03 (Seguimiento de Estado de la Carga)</b></p>	<p>El usuario puede consultar en tiempo real el estado actual de la carga (registrada, asignada, en tránsito, entregada) desde el módulo de seguimiento.</p>
<p><b>Flujos Alternos</b></p>	
<p>F.A (2.1 Error de acceso al módulo)</p>	<p>Si el usuario no tiene permisos suficientes o existe un error técnico al acceder al módulo, se muestra un mensaje de error.</p>
<p>F.A (2.2 Formato de archivo no permitido)</p>	<p>Si el archivo subido no está en formato válido (PDF, JPG, PNG), el sistema lo rechaza y solicita al usuario cargar un archivo en formato permitido.</p>
<p><b>F.A (2.3 Datos incompletos o inválidos)</b></p>	<p>Si el sistema no puede extraer todos los datos requeridos o detecta inconsistencias, los campos problemáticos son resaltados para que el usuario los corrija manualmente.</p>

<b>F.A (2.4 Error en almacenamiento)</b>	Si ocurre un error al guardar la información en la base de datos, el sistema muestra mensaje de error y ofrece reintentar la operación.
<b>Requerimientos especiales</b>	
<b>Post-condiciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La carga queda registrada correctamente en la base de datos con toda la información extraída y validada.</li> <li>• La carga pasa automáticamente a estar disponible para los módulos de Cálculo de Costos, Transporte y Seguimiento de Documentación Aduanera.</li> <li>• El sistema mantiene un historial de la carga, incluyendo los archivos fuente cargados y los datos extraídos mediante OCR para fines de auditoría y control de calidad.</li> </ul>	

Elaboración Propia

**Tabla 8.**

*Caso de uso Calculo Automático.*

<b>Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding ubicada en Alajuela.</b>	
Número Caso de Uso: #03	Nombre del Caso de Uso: CU-03 Cálculo Automático de Costos

Fecha elaboración:	24/04/2025
Descripción Caso de Uso:	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual el sistema calcula automáticamente el costo asociado a la gestión logística de una carga previamente registrada, basándose en variables como peso, volumen, distancia, tarifas por zona, tipo de mercancía y modalidad de transporte. Este cálculo puede ser realizado tanto en la plataforma web como desde la aplicación móvil.
Autor caso de uso:	Gabriel Alejandro Ocampo Madrigal
Actores relacionados:	Operador Logístico, Administrador
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario debe estar autenticado en el sistema.</li> <li>● La carga debe estar registrada correctamente en la base de datos.</li> <li>● La tabla de tarifas y recargos debe estar actualizada.</li> <li>● Conexión activa a internet.</li> </ul>
<b>Flujo Básico del caso de uso</b>	

### Detallar el paso a paso del Flujo Básico

- El usuario accede al módulo "Cálculo de Costos" desde el sistema web o aplicación móvil. (F.A 3.1 Error de acceso al módulo)
- El sistema muestra la lista de cargas disponibles para calcular su costo.
- El usuario selecciona la carga deseada. (F.A 3.2 Carga no encontrada o sin datos suficientes)
- El usuario pulsa la opción "Calcular Costo".
- El sistema procesa automáticamente los datos de la carga: peso real, peso volumétrico, distancia estimada, tipo de mercancía, modalidad de transporte y tarifas aplicables.
- El sistema calcula el costo total, desglosándolo en costo base, recargos adicionales (por peligrosidad, volumen extra, etc.) e impuestos aplicables. (F.A 3.3 Error de cálculo por inconsistencia de datos)
- El sistema muestra el costo total al usuario para su revisión.
- El usuario confirma el cálculo y guarda el resultado.
- El sistema registra el costo final en la base de datos y actualiza el estado de la carga. (F.A 3.4 Error en almacenamiento del costo)
- En este punto, el usuario tiene la opción de realizar un ajuste manual de parámetros (Ver SF - 03 Ajuste Manual de Parámetros).
- El sistema muestra mensaje de confirmación: "Costo calculado y registrado exitosamente".
- Fin del flujo básico.

### Subflujos

<p><b>SF - 03 (Ajuste Manual de Parámetros)</b></p>	<p>El usuario tiene la opción de modificar manualmente algunos parámetros del cálculo (como tarifas especiales o recargos extraordinarios) antes de confirmar el costo final, si su perfil de permisos lo permite.</p>
<p><b>Flujos Alternos</b></p>	
<p><b>F.A (3.1 Error de acceso al módulo)</b></p>	<p>Si el usuario no puede ingresar al módulo de Cálculo de Costos, el sistema muestra un mensaje de error indicando que contacte a soporte o revise su conexión.</p>
<p><b>F.A (3.2 Carga no encontrada o sin datos suficientes)</b></p>	<p>Si la carga seleccionada no existe o le faltan datos esenciales (peso, origen, destino), el sistema informa el error y solicita corregir el registro de la carga antes de proceder.</p>
<p><b>F.A (3.3 Error de cálculo por inconsistencia de datos)</b></p>	<p>Si durante el cálculo el sistema detecta valores inconsistentes (peso negativo, distancia inválida, etc.), aborta el cálculo y solicita corrección previa.</p>
<p><b>F.A (3.4 Error en almacenamiento del costo)</b></p>	<p>Si ocurre un fallo técnico al guardar el resultado del costo en la base de datos, el</p>

	sistema muestra un mensaje de error e invita a reintentar la operación.
<b>Requerimientos especiales</b>	
<b>Post-condiciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El costo total de la gestión logística de la carga queda registrado correctamente en la base de datos.</li> <li>• El costo calculado está disponible para los módulos de generación de facturas y procesamiento de transacciones.</li> <li>• El sistema mantiene un historial de los cálculos realizados para futuras auditorías o validaciones.</li> </ul>	

Elaboración Propia

**Tabla 9.**

*Caso de uso Procesamiento de Transacciones.*

<p><b>Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding ubicada en Alajuela.</b></p>	
Número Caso de Uso: #04	Nombre del Caso de Uso: U-04 <b>Procesamiento de Transacciones</b>

Fecha elaboración:	24/04/2025
Descripción Caso de Uso:	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual el sistema registra los pagos y abonos relacionados con los servicios logísticos gestionados. El sistema genera automáticamente los comprobantes correspondientes y mantiene un historial financiero vinculado a cada operación. Además, puede integrarse con sistemas contables externos si así se requiere.
Autor caso de uso:	Gabriel Alejandro Ocampo Madrigal
Actores relacionados:	Administrador Financiero
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario debe estar autenticado en el sistema con permisos financieros.</li> <li>● La carga debe contar con su costo previamente calculado y registrado.</li> <li>● El módulo de Procesamiento de Transacciones debe estar activo.</li> <li>● La conexión a internet debe ser estable.</li> </ul>
<b>Flujo Básico del caso de uso</b>	

<b>Detallar el paso a paso del Flujo Básico</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario accede al módulo "Procesamiento de Transacciones" en el sistema web. (F.A 4.1 Error de acceso al módulo)</li> <li>● El sistema presenta una lista de cargas o servicios pendientes de facturación o abono.</li> <li>● El usuario selecciona el servicio o carga a procesar. (F.A 4.2 Operación no válida o ya procesada)</li> <li>● El usuario genera la factura o comprobante correspondiente mediante el sistema.</li> <li>● El sistema registra el documento generado, asociándolo automáticamente a la operación correspondiente. (F.A 4.3 Error en generación de comprobante)</li> <li>● El sistema actualiza el historial financiero del cliente o proveedor involucrado.</li> <li>● El sistema muestra mensaje de confirmación: "Comprobante generado y operación registrada exitosamente".</li> <li>● A continuación, se ofrece la opción de enviar el comprobante generado (Ver SF - 04 Envío automático de comprobante).</li> <li>● Fin del flujo básico.</li> </ul>	
<b>Subflujos</b>	
<b>SF - 04 (Envío automático de comprobante)</b>	<p style="text-align: center;">El sistema ofrece al usuario la opción de enviar automáticamente el comprobante generado al correo electrónico del cliente, proveedor o encargado correspondiente.</p>

<b>Flujos Alternos</b>	
<b>F.A (4.1 Error de acceso al módulo)</b>	Si el usuario no puede acceder al módulo de Procesamiento de Transacciones debido a permisos o problemas técnicos, el sistema mostrará un mensaje de error apropiado.
<b>F.A (4.2 Operación no válida o ya procesada)</b>	Si la operación seleccionada ya fue procesada o presenta inconsistencias, el sistema impedirá la duplicación del registro y solicitará seleccionar otra operación válida.
<b>F.A (4.3 Error en generación de comprobante)</b>	Si el sistema no puede generar el comprobante por un error técnico, muestra mensaje de error e invita a reintentar o corregir los datos involucrados.
<b>Requerimientos especiales</b>	
<b>Post-condiciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Se genera un comprobante electrónico válido (factura o abono) asociado a la carga o servicio correspondiente.</li> <li>● Se actualiza el historial financiero del cliente o proveedor dentro del sistema.</li> </ul>	

- El sistema mantiene una trazabilidad completa de todas las transacciones financieras realizadas, facilitando auditorías futuras o integraciones contables.

Elaboración Propia

**Tabla 10.**

*Caso de uso Gestión de Transporte.*

<b>Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding ubicada en Alajuela.</b>	
Número Caso de Uso: #05	Nombre del Caso de Uso: CU-05 <b>Gestión de Transporte</b>
Fecha elaboración:	24/04/2025
Descripción Caso de Uso:	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual el sistema permite la asignación eficiente de rutas y vehículos a cada carga registrada. Calcula las distancias estimadas, tiempos de entrega y permite consultar información en tiempo real sobre el transporte asignado, como el vehículo, conductor, capacidad disponible y contacto, optimizando la logística operativa.
Autor caso de uso:	Gabriel Alejandro Ocampo Madrigal

Actores relacionados:	Planificador de Transporte, Operador Logístico
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario debe estar autenticado en el sistema.</li> <li>● La carga debe estar registrada y disponible para asignación.</li> <li>● Vehículos y conductores deben estar registrados y disponibles en el sistema.</li> <li>● Conexión a internet activa.</li> </ul>
<b>Flujo Básico del caso de uso</b>	
<b>Detallar el paso a paso del Flujo Básico</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario accede al módulo "Gestión de Transporte" en el sistema web. (F.A 5.1 Error de acceso al módulo)</li> <li>● El sistema muestra la lista de cargas pendientes de asignación.</li> <li>● El usuario selecciona una carga específica. (F.A 5.2 Carga no encontrada o datos incompletos)</li> <li>● El sistema calcula automáticamente la distancia estimada y el tiempo de entrega basados en origen y destino de la carga.</li> <li>● El sistema despliega la lista de vehículos y conductores disponibles compatibles con la carga. (F.A 5.3 No hay transporte disponible)</li> </ul>	

- El usuario selecciona el vehículo y conductor deseados, o deja que el sistema realice la asignación automática óptima.
- El sistema registra la asignación y actualiza el estado de la carga como "Asignada".
- El sistema notifica al conductor asignado mediante la aplicación móvil o correo electrónico.
- El sistema muestra mensaje de confirmación: "Transporte asignado exitosamente".
- Si el vehículo o conductor asignado presenta una incidencia (avería, incapacidad, etc.), el sistema permite reasignar la carga a otra unidad disponible inmediatamente (Ver SF - 05 Reasignación de Transporte).
- Fin del flujo básico.
- 

#### **Subflujos**

#### **SF - 05 (Reasignación de Transporte)**

Si el vehículo o conductor asignado presenta una incidencia (avería, incapacidad, etc.), el sistema permite reasignar la carga a otra unidad disponible inmediatamente.

#### **Flujos Alternos**

<p><b>F.A (5.1 Error de acceso al módulo)</b></p>	<p>Si el usuario no puede ingresar al módulo de Gestión de Transporte, el sistema mostrará un mensaje de error y ofrecerá opciones para corregir el problema.</p>
<p><b>F.A (5.2 Carga no encontrada o datos incompletos)</b></p>	<p>Si la carga seleccionada no existe, ya fue asignada o tiene datos faltantes (origen, destino, volumen), el sistema solicitará seleccionar otra carga o completar los datos necesarios.</p>
<p><b>F.A (5.3 No hay transporte disponible)</b></p>	<p>Si no existen vehículos o conductores disponibles que cumplan con las características requeridas por la carga, el sistema informará al usuario y sugerirá programar la asignación posteriormente.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Requerimientos especiales</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Post-condiciones</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● La carga queda formalmente asignada a un vehículo y un conductor registrados.</li> <li>● La información de la asignación (vehículo, conductor, contacto, ruta) queda disponible para el seguimiento operativo.</li> </ul>	

- El sistema actualiza automáticamente el historial de transporte para fines de control y auditoría.

Elaboración Propia

**Tabla 11.**

*Caso de uso Seguimiento de Documentación Aduanera.*

<b>Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding ubicada en Alajuela.</b>	
Número Caso de Uso: #06	Nombre del Caso de Uso: CU-06 <b>Seguimiento de Documentación Aduanera</b>
Fecha elaboración:	24/04/2025
Descripción Caso de Uso:	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual los usuarios pueden subir, clasificar, consultar y gestionar la documentación aduanera asociada a cada operación logística, como facturas, pólizas, certificados, entre otros. El sistema valida formatos, registra fechas de vencimiento y genera notificaciones automáticas para recordar trámites pendientes o documentos próximos a vencer.
Autor caso de uso:	Gabriel Alejandro Ocampo Madrigal

Actores relacionados:	Agente Aduanal, Operador Logístico
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario debe estar autenticado en el sistema.</li> <li>● La carga debe estar registrada en el sistema.</li> <li>● Conexión estable a internet.</li> </ul>
<b>Flujo Básico del caso de uso</b>	
<b>Detallar el paso a paso del Flujo Básico</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario accede al módulo "Seguimiento de Documentación Aduanera" desde el sistema web. (F.A 6.1 Error de acceso al módulo)</li> <li>● El sistema muestra la opción de seleccionar la carga o el número de operación correspondiente.</li> <li>● El usuario selecciona la carga y visualiza los documentos requeridos para esa operación. (F.A 6.2 Carga no encontrada o datos incompletos)</li> <li>● El usuario sube uno o más documentos (facturas, pólizas, certificados) utilizando el formulario disponible. (F.A 6.3 Formato de archivo inválido)</li> <li>● El sistema clasifica automáticamente los documentos por tipo y fecha de vencimiento.</li> <li>● El sistema almacena los documentos y actualiza el expediente digital de la carga.</li> </ul>	

- El sistema genera notificaciones automáticas para los documentos que estén próximos a vencer.
- El sistema muestra mensaje de confirmación: "Documentos registrados exitosamente".
- Los documentos quedan disponibles para su revisión posterior (Ver SF - 06 Consulta de Documentación Clasificada).
- Fin del flujo básico.

### Subflujos

**SF - 06 (Consulta de Documentación Clasificada)**

El usuario puede consultar, filtrar o descargar los documentos registrados, organizados por tipo de documento, fecha de emisión o fecha de vencimiento.

### Flujos Alternos

**F.A (6.1 Error de acceso al módulo)**

Si el usuario no puede acceder al módulo debido a permisos insuficientes o error de conexión, el sistema mostrará un mensaje de error apropiado.

**F.A (6.2 Carga no encontrada o datos incompletos)**

Si la carga seleccionada no existe o le faltan datos esenciales para asociar

	documentos, el sistema informa al usuario para corregir la situación.
<b>F.A (6.3 Formato de archivo inválido)</b>	Si el documento cargado no está en un formato permitido (por ejemplo, PDF, JPG), el sistema rechaza el archivo y solicita subir uno con el formato correcto.
<b>Requerimientos especiales</b>	
<b>Post-condiciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los documentos aduaneros quedan correctamente registrados y clasificados en el sistema, vinculados a su carga correspondiente.</li> <li>● El sistema actualiza el estado de cumplimiento documental de cada operación.</li> <li>● Se generan alertas automáticas ante documentos próximos a vencer o trámites pendientes.</li> <li>● Se mantiene un expediente digital completo por carga para auditorías o consultas posteriores.</li> </ul>	

Elaboración Propia

**Tabla 12.***Caso de uso Consultas.*

<b>Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding ubicada en Alajuela.</b>	
Número Caso de Uso: #07	Nombre del Caso de Uso: CU-07 <b>Consultas</b>
Fecha elaboración:	24/04/2025
Descripción Caso de Uso:	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual los usuarios pueden consultar información registrada en el sistema, aplicando filtros específicos como número de guía, cliente, fecha, estado de carga, entre otros. Los resultados se presentan de manera clara, ordenada y en tiempo real, facilitando la interpretación de datos y la toma de decisiones operativas.
Autor caso de uso:	Gabriel Alejandro Ocampo Madrigal
Actores relacionados:	Operador Logístico, Supervisor, Administrador
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario debe estar autenticado en el sistema.</li> <li>● El módulo de Consultas debe estar habilitado.</li> <li>● Existencia de datos registrados en el sistema.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conexión estable a internet.</li> </ul>
<b>Flujo Básico del caso de uso</b>	
<b>Detallar el paso a paso del Flujo Básico</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario accede al módulo “Consultas” desde el sistema web o aplicación móvil. (F.A 7.1 Error de acceso al módulo)</li> <li>● El sistema muestra una pantalla con opciones de filtros disponibles: número de guía, cliente, fecha, estado de carga, entre otros.</li> <li>● El usuario selecciona y aplica los filtros deseados. (F.A 7.2 Filtros mal aplicados o sin resultados)</li> <li>● El sistema procesa la búsqueda en la base de datos.</li> <li>● El sistema muestra una lista ordenada con los resultados correspondientes.</li> <li>● El usuario puede visualizar los detalles de cada registro, exportar los resultados (Ver SF - 07 Exportación de Resultados) o generar reportes simples si así lo desea.</li> <li>● Fin del flujo básico.</li> </ul>	
<b>Subflujos</b>	
<b>SF - 07 (Exportación de Resultados)</b>	<p>El usuario puede exportar los resultados de la consulta a formatos PDF o Excel para uso posterior o reportes externos.</p>

<b>Flujos Alternos</b>	
<b>F.A (7.1 Error de acceso al módulo)</b>	Si el usuario no puede ingresar al módulo de Consultas por permisos insuficientes o falla técnica, el sistema muestra un mensaje de error correspondiente.
F.A (7.2 Filtros mal aplicados o sin resultados)	Si los filtros seleccionados no devuelven resultados o están mal aplicados, el sistema informa al usuario “No se encontraron datos con esos criterios” e invita a ajustar los filtros.
<b>Requerimientos especiales</b>	
<b>Post-condiciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario obtiene una lista de registros filtrados de acuerdo con sus necesidades en tiempo real.</li> <li>● Se facilita la interpretación rápida de los datos operativos del sistema.</li> <li>● La información consultada puede ser exportada o utilizada para reportes internos o toma de decisiones.</li> </ul>	

Elaboración Propia

**Tabla 13.***Caso de uso Calculo Automático.*

<b>Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding ubicada en Alajuela.</b>	
Número Caso de Uso: #08	Nombre del Caso de Uso: CU-08 <b>Mantenimientos</b>
Fecha elaboración:	24/04/2025
Descripción Caso de Uso:	Este caso de uso describe el proceso mediante el cual los usuarios con los permisos adecuados pueden realizar la inserción, modificación, actualización y eliminación (CRUD) de información relevante para el sistema, como clientes, cargas, rutas y tarifas. El sistema realiza validaciones automáticas para asegurar la coherencia y consistencia de los datos, y mantiene un historial de cambios para fines de trazabilidad.
Autor caso de uso:	Gabriel Alejandro Ocampo Madrigal
Actores relacionados:	Operador Logístico, Supervisor, Administrador
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Usuario autenticado con perfil autorizado.</li> <li>● Módulo de Mantenimientos activo.</li> <li>● Existencia de datos a modificar o agregar.</li> <li>● Conexión estable a internet.</li> </ul>

<b>Flujo Básico del caso de uso</b>	
<b>Detallar el paso a paso del Flujo Básico</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>● El usuario accede al módulo "Mantenimientos" desde el sistema web. (F.A 8.1 Error de acceso al módulo)</li><li>● El sistema muestra el listado de entidades disponibles para mantenimiento (clientes, cargas, rutas, tarifas).</li><li>● El usuario selecciona la entidad sobre la cual desea realizar el mantenimiento. (F.A 8.2 Entidad inexistente o no disponible)</li><li>● El usuario puede optar por insertar un nuevo registro, modificar uno existente o eliminar un registro.</li><li>● El sistema solicita la confirmación antes de aplicar cualquier cambio definitivo.</li><li>● El sistema valida automáticamente la coherencia de los datos antes de guardar. (F.A 8.3 Error de validación de datos)</li><li>● El sistema registra los cambios realizados y actualiza la base de datos. (F.A 8.4 Error en almacenamiento de cambios)</li><li>● El sistema guarda automáticamente el historial del cambio realizado (qué se cambió, quién lo hizo y cuándo).</li><li>● El sistema muestra mensaje de confirmación: "Mantenimiento realizado exitosamente".</li><li>● El sistema permite revertir el cambio reciente (Ver SF - 08 Reversión de Cambios).</li></ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fin del flujo básico.</li> </ul>	
<b>Subflujos</b>	
<b>SF - 08 (Reversión de Cambios)</b>	<p>El sistema permite revertir un cambio reciente mediante un botón de “Deshacer”, disponible durante un corto periodo después de la operación (por ejemplo, 5 minutos).</p>
<b>Flujos Alternos</b>	
<b>F.A (8.1 Error de acceso al módulo)</b>	<p>Si el usuario no puede ingresar al módulo de Mantenimientos por permisos insuficientes o error técnico, el sistema mostrará un mensaje de error y denegará el acceso.</p>
<b>F.A (8.2 Entidad inexistente o no disponible)</b>	<p>Si la entidad que se desea modificar o consultar no existe o está bloqueada, el sistema informará al usuario.</p>
<b>F.A (8.3 Error de validación de datos)</b>	<p>Si el sistema detecta datos inconsistentes, campos obligatorios vacíos o formatos erróneos, informará al usuario y bloqueará la operación hasta corregir.</p>

<b>F.A (8.4 Error en almacenamiento de cambios)</b>	Si ocurre un fallo técnico al guardar los cambios, el sistema mostrará un error y permitirá reintentar la operación.
<b>Requerimientos especiales</b>	
<b>Post-condiciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● El sistema actualiza correctamente la información de clientes, cargas, rutas o tarifas en la base de datos.</li> <li>● Se genera un registro de auditoría que guarda la operación realizada, incluyendo usuario, fecha y naturaleza del cambio.</li> <li>● La integridad de la base de datos se mantiene asegurada mediante las validaciones automáticas implementadas.</li> </ul>	

Elaboración Propia

**Tabla 14.**

*Caso de uso Reportes.*

<b>Sistema web y aplicación móvil multiplataforma logístico-aduanero para la gestión del transporte y carga para la empresa Costa Rica Forwarding ubicada en Alajuela.</b>	
Número Caso de Uso: #09	Nombre del Caso de Uso: CU-09 <b>Reportes</b>
Fecha elaboración:	24/04/2025

<p>Descripción Caso de Uso:</p>	<p>Este caso de uso describe el proceso mediante el cual los usuarios pueden generar reportes automáticos o personalizados relacionados con las operaciones logísticas, incluyendo cargas, rutas, tiempos de entrega, costos, documentación, entre otros indicadores. Los reportes pueden visualizarse en pantalla o exportarse en formatos como PDF o Excel.</p>
<p>Autor caso de uso:</p>	<p>Gabriel Alejandro Ocampo Madrigal</p>
<p>Actores relacionados:</p>	<p>Operador Logístico, Supervisor, Administrador</p>
<p>Precondiciones:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Usuario autenticado en el sistema.</li> <li>● Existencia de datos registrados en el sistema.</li> <li>● Módulo de Reportes habilitado.</li> <li>● Conexión estable a internet.</li> </ul>
<p><b>Flujo Básico del caso de uso</b></p>	
<p><b>Detallar el paso a paso del Flujo Básico</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● El usuario accede al módulo "Reportes" desde el sistema web o aplicación móvil. (F.A 9.1 Error de acceso al módulo)</li> <li>● El sistema muestra una lista de plantillas de reportes disponibles (cargas, tiempos de entrega, costos, etc.).</li> </ul>	

- El usuario selecciona el tipo de reporte que desea generar. (F.A 9.2 Selección de reporte inválida o sin datos)
- El sistema permite aplicar filtros personalizados (por fechas, cliente, estado, etc.).
- El usuario aplica los filtros y pulsa el botón "Generar Reporte".
- El sistema procesa la información y genera el reporte solicitado. (F.A 9.3 Error en la generación del reporte)
- El reporte se muestra en pantalla con opciones para descargarlo en PDF o Excel.
- El usuario puede exportar o imprimir el reporte generado.
- El sistema permite al usuario programar la generación automática de reportes recurrentes (por ejemplo, cada fin de mes) y enviarlos por correo electrónico a destinatarios predefinidos (Ver SF - 09 Programación de Reportes).
- Fin del flujo básico.

### **Subflujos**

#### **SF - 09 (Programación de Reportes)**

El sistema permite al usuario programar la generación automática de reportes recurrentes (por ejemplo, cada fin de mes) y enviarlos por correo electrónico a destinatarios predefinidos.

### **Flujos Alternos**

<p><b>F.A (9.1 Error de acceso al módulo)</b></p>	<p>Si el usuario no puede acceder al módulo debido a permisos o error técnico, el sistema mostrará un mensaje de error y denegará el acceso.</p>
<p><b>F.A (9.2 Selección de reporte inválida o sin datos)</b></p>	<p>Si el tipo de reporte seleccionado no tiene datos suficientes o no existe, el sistema informará al usuario y ofrecerá otras opciones de consulta.</p>
<p><b>F.A (9.3 Error en la generación del reporte)</b></p>	<p>Si ocurre un fallo técnico al generar el reporte, el sistema mostrará un mensaje de error e invitará a reintentar o a corregir los filtros aplicados.</p>
<p><b>Requerimientos especiales</b></p>	
<p><b>Post-condiciones</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● El reporte solicitado queda generado correctamente en el sistema, disponible para consulta inmediata o futura.</li> <li>● El reporte puede ser exportado en formato PDF o Excel según preferencia del usuario.</li> <li>● Si se programa la generación automática, los reportes se enviarán periódicamente a los destinatarios configurados.</li> </ul>	

## Diseño

Para esta etapa, se recopiló toda la información sobre los requerimientos funcionales, tecnológicos y de infraestructura del sistema logístico-aduanero para Costa Rica Forwarding. Con base en esta información se realiza:

- El diseño de las pantallas web y móviles.
- El diseño de las salidas (reportes, comprobantes) y procesos internos.
- La definición de la arquitectura del sistema y del software.
- El diseño de la base de datos.
- Los diagramas UML representativos de los flujos y estructura del sistema.

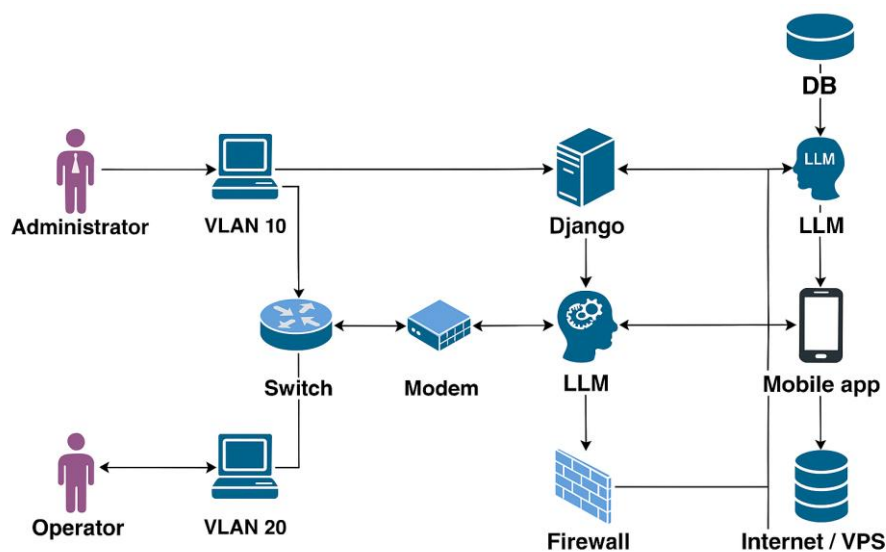
A continuación, se detallan cada uno de los apartados de diseño fundamentales:

### Diseño de la Arquitectura del sistema

A continuación, se le presenta el diseño de arquitectura del sistema con cada uno de sus detalles, así como su flujo.

**Figura 13.**

*Diagrama de Arquitectura del Sistema.*



*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama representa una arquitectura lógica y funcional de un sistema que integra usuarios internos, procesamiento inteligente y acceso externo seguro. El sistema cuenta con dos tipos de usuarios: el administrador y el operador, quienes se conectan desde redes segmentadas mediante VLAN 10 y VLAN 20 respectivamente.

Ambos acceden al sistema a través de un switch, que canaliza el tráfico hacia un módem encargado de conectar la red interna con el entorno externo. Desde allí, se permite la interacción con el backend desarrollado en Django, que centraliza la lógica de negocio del sistema. Este backend se comunica con una base de datos (DB) para gestionar y almacenar la información, y también se integra con un modelo de lenguaje de gran escala (LLM), que permite el procesamiento inteligente de datos, como análisis de documentos o generación de respuestas automáticas.

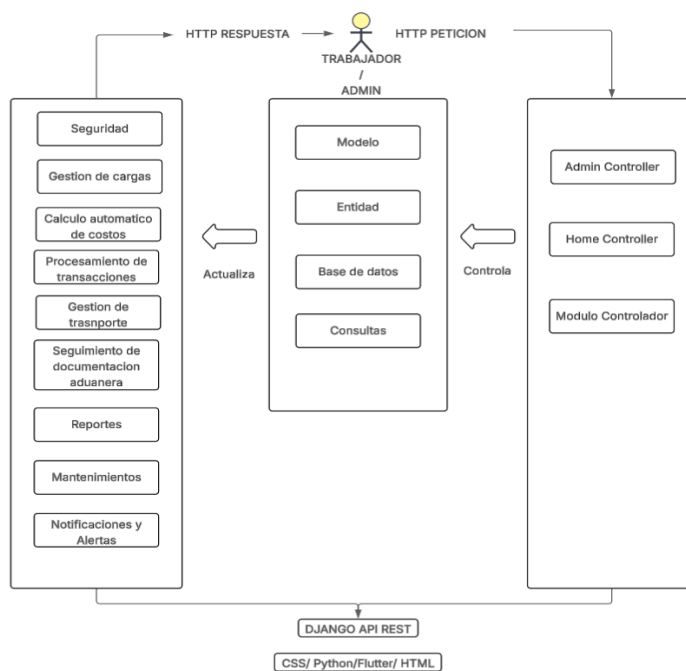
La arquitectura también contempla una aplicación móvil que se comunica directamente con Django y el LLM para ofrecer funcionalidades avanzadas a usuarios móviles. Todo este ecosistema está protegido por un firewall que filtra el tráfico y garantiza la seguridad en la comunicación entre los componentes internos y los servicios expuestos en internet a través de un servidor VPS. Esta arquitectura asegura un flujo de información eficiente, segmentado, seguro y capaz de aprovechar la inteligencia artificial para optimizar los procesos del sistema.

### **Diseño de Arquitectura del Software**

A continuación, se muestra la arquitectura de software la cual es una representación a gran escala de la estructura del sistema y la relación que existe entre el Modelo, Controlador y vista.

#### **Figura 14.**

*Diagrama de Arquitectura del software.*



*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama muestra una arquitectura de sistema donde un trabajador administra distintas funciones como seguridad, gestión de cargas, costos, reportes y más, mediante peticiones HTTP. Estas acciones se procesan a través de controladores que gestionan la lógica del sistema y actualizan una base de datos estructurada por modelos, entidades y consultas. Todo se comunica a través de una API REST en Django, y el sistema puede ser visualizado en tecnologías como HTML, CSS o Flutter. La arquitectura permite una interacción eficiente, modular y segura entre el usuario, la lógica del sistema y los datos.

La figura 15 muestra que el *login* está conectado a la base de datos. Esto significa que el *login* puede acceder a los datos del sistema para verificar las credenciales de acceso del usuario. La base de datos está alojada en un servidor VPS; esto es, que el servidor VPS es un servidor privado que permite un control total del sistema. La imagen también muestra que el sistema consta de dos tipos de usuarios: trabajadores y administradores. Los trabajadores pueden realizar tareas básicas como consultar datos y generar informes. Los administradores tienen acceso a todas las funciones del sistema, incluidas las funciones de mantenimiento.

## Diseño de Entrada de Datos

Las siguientes imágenes corresponden a los diseños de entradas del sistema logístico - aduanero de la empresa Costa Rica Forwarding.

### Figura

15.

*Pantalla de inicio de sesión*

*Fuente: Elaboración propia*

### Figura 16

*Gestión de cargas*

Módulo: Gestión de Cargas					
<b>Cargas Registradas</b>					<a href="#">+ Subir Nueva Carga</a>
ID	Origen	Destino	Peso (kg)	Tipo de carga	Acciones
C001	Alajuela	San José	1500	Electrónica	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
C002	Limón	El Salvador	3000	Textil	<a href="#">Ver</a> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>

*Fuente: Elaboración propia*

Permite el registro, visualización, actualización y eliminación (CRUD completo) de datos logísticos asociados a cargas. Cada registro contiene campos clave como identificador, peso, origen, destino, tipo de mercancía y estado del envío. El módulo se enlaza con servicios de carga de archivos y extracción de datos desde documentos (PDF, XML, etc.) mediante OCR o modelos LLM. La información se almacena estructuradamente en una tabla relacional (por ejemplo, `cargas_cargadata`) y se integra con otros módulos como transporte y costos

**Figura 17***Cálculo de Costos Automático*

ID	Cliente	Peso (kg)	Origen	Destino	Acciones
C001	ACME Corp	1200	Alajuela	Panamá	Calcular Costos
C002	TicoLog	850	Limón	San José	Calcular Costos

**Resumen Financiero: Carga C001**

Tarifa por kg: ₡200  
Total estimado: ₡240,000  
Distancia aproximada: 800 km  
Tipo de carga: Electrónica  
Fecha estimada de entrega: 20/05/2025

*Fuente: Elaboración propia*

Realiza el cálculo dinámico del costo asociado a una carga mediante fórmulas configurables que consideran variables como peso, volumen, distancia estimada, tipo de carga, tarifas por tipo de transporte, y comisiones aduaneras. Se implementa una función lógica que consume los datos existentes de la carga (desde la base de datos) y devuelve un resumen financiero estimado.

Este módulo puede integrar modelos LLM para análisis automatizado y soporta escalabilidad para múltiples escenarios tarifarios (fijos, variables, por tramo, etc.)

**Figura 18***Procesamiento de Transacciones*

Módulo: Procesamiento de Transacciones						
Transacciones Registradas						
ID Transacción	Cliente	Monto	Estado	Fecha	Tipo	Acciones
T001	ACME Corp	€240,000	Pagado	2025-05-15	Transferencia	Ver Comprobante
T002	TicoLog	€130,000	Pendiente	2025-05-16	Depósito	Procesar

*Fuente: Elaboración propia*

Controla la gestión financiera vinculada al transporte y aduanaje de mercancías. Registra pagos asociados a cargas, incluyendo su método (transferencia, tarjeta, depósito), fecha de aplicación, estado del pago y referencia del comprobante. Se integran validaciones de monto, generación de recibos y actualización automática del estado financiero. El módulo permite simular estados de cuenta y generar comprobantes en formato digital o imprimirlos. Todos los datos se almacenan en tablas relacionales como transacciones.

**Figura 19***Gestión de Transporte*

Módulo: Gestión de Transporte					
Viajes Programados					
Ruta	Duración Estimada	Costo Estimado	Camión	Chofer	Acciones
Alajuela → San José	1h 30m	€50,000	PL-5689 / 8T	J. Rivera	Ver Reasignar
Limón → Managua	6h 45m	€180,000	PL-9981 / 12T	M. Chavarría	Ver Reasignar

*Fuente: Elaboración propia*

Administra la asignación logística de vehículos y conductores a cada carga registrada. Calcula rutas, tiempos estimados de entrega y costos de transporte. Permite asignar recursos disponibles (camiones, furgones, choferes) según tipo de carga y capacidad requerida. Se pueden integrar sistemas de geolocalización o APIs de mapas para cálculo de distancia. Este módulo permite la modificación dinámica del transporte antes del despacho y mantiene una bitácora de asignaciones.

**Figura 20**

*Seguimiento de Documentación Aduanera*

**Módulo: Seguimiento de Documentación Aduanera**

**Documentos Logísticos** + Subir Documento

Tipo	ID Carga	Estado	Fecha Limite	Última Actualización	Acciones
DUCA	C001	Completo	2025-05-20	2025-05-10	Ver Actualizar
Carta de Porte	C002	Pendiente	2025-05-18	2025-05-10	Subir
Manifiesto	C003	Vencido	2025-05-10	2025-05-01	Ver Actualizar

*Fuente: Elaboración propia*

Centraliza la gestión documental obligatoria en operaciones logísticas internacionales (DUCA, manifiesto, carta de porte, packing list, etc.). Permite la carga digital de documentos, control de versiones, validación de vigencia y seguimiento de estados (completo, pendiente, vencido). Se implementan verificaciones automáticas de fechas límites y alertas para prevenir incumplimientos. Se utiliza un almacenamiento estructurado, enlazado con el ID de la carga, para mantener el vínculo documental con su respectivo flujo logístico.

**Figura 21***Gestión Móvil en Tiempo Real**Fuente: Elaboración propia*

Proporciona una interfaz optimizada para dispositivos móviles, consumiendo los datos de backend a través de una API RESTful. Permite visualizar el estado de las cargas en tiempo real, incluyendo ruta, ETA, transportista asignado y estado actual. Este módulo puede integrarse con sensores GPS o con herramientas como Firebase/Socket para comunicación en tiempo real. Su diseño tipo app facilita la usabilidad para transportistas y personal en campo que necesita visibilidad operativa continua.

**Figura 22***Mantenimientos*

Módulo: Mantenimientos					
Tipos de Transporte					+ Agregar Tipo
ID	Tipo	Capacidad (Toneladas)	Descripción	Acciones	
TT01	Camión Liviano	3	Ideal para entregas locales pequeñas	Editar	Eliminar
TT02	Trailer	15	Cargas largas internacionales	Editar	Eliminar

*Fuente: Elaboración propia*

Gestiona los catálogos y entidades base que alimentan otros módulos del sistema (tipos de transporte, tarifas, usuarios, roles, aduanas, países, etc.). Permite operaciones CRUD completas sobre estos datos. Su estructura relacional permite establecer llaves foráneas con los módulos de cargas, transporte y transacciones, asegurando integridad referencial y normalización de la base de datos. Sirve como repositorio estático y configurable para mantener la flexibilidad y adaptabilidad del sistema.

**Figura 23**

*Consultas*

Módulo: Consultas

**Cliente**

**Tipo de carga**

**Fecha**

ID Carga	Cliente	Tipo	Fecha	Origen	Destino
C001	ACME Corp	Textil	2025-05-12	Alajuela	Panamá
C002	TicoLog	Tecnología	2025-05-13	San José	San Salvador

*Fuente: Elaboración propia*

Permite a los usuarios aplicar filtros dinámicos para recuperar registros específicos desde distintas tablas del sistema. Se desarrollan formularios de consulta conectados a endpoints de búsqueda optimizados mediante SQL SELECT con cláusulas WHERE y LIKE. Los resultados son renderizados en tablas responsivas, facilitando búsquedas por cliente, tipo de carga, fechas u otros criterios. Es un módulo clave para la trazabilidad operativa sin necesidad de generar reportes formales.

**Figura 24***Reportes*

Módulo: Reportes

**Tipo de Reporte**

Seleccione
▼

**Fecha Inicio**

dd/mm/aaaa
📅

**Fecha Fin**

dd/mm/aaaa
📅

Generar Reporte

ID	Cliente	Tipo	Fecha	Total (€)
RPT001	ACME Corp	Cargas	2025-05-12	240,000
RPT002	TicoLog	Costos	2025-05-13	130,000

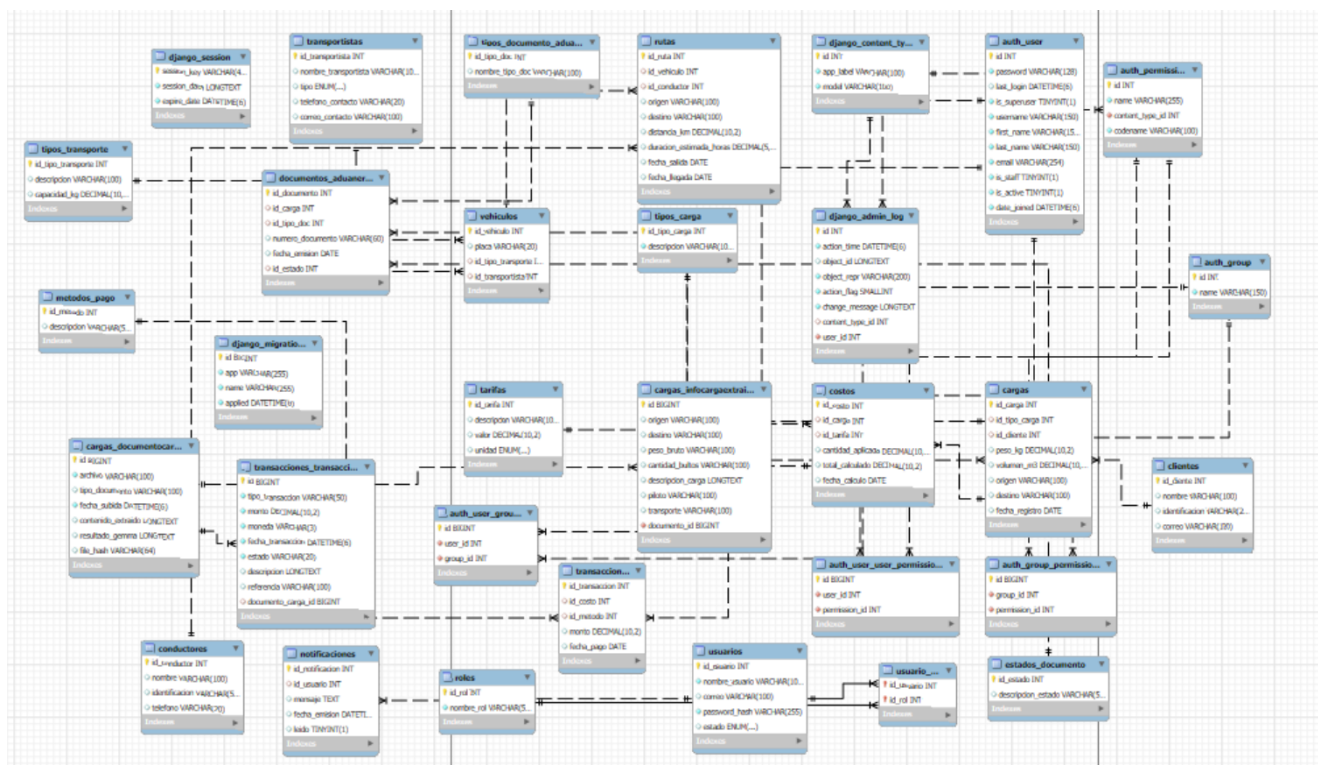
*Fuente: Elaboración propia*

Genera informes estructurados sobre distintos aspectos del sistema: cargas, costos, documentos, pagos, entre otros. Permite seleccionar el tipo de reporte y el rango de fechas. Utiliza lógica de agrupación, agregación y ordenamiento (GROUP BY, ORDER BY) para mostrar resultados procesados. Integra funciones de exportación a PDF o Excel y formato de impresión. Este módulo puede conectarse a librerías como ReportLab, WeasyPrint o APIs de generación documental para brindar funcionalidad profesional de salida.

**Diseño de base de datos**

A continuación, se muestra el diseño de base de datos para el Sistema logístico Aduanero de la empresa Costa Rica Fowarding.

**Figura 25***Diseño físico de la Base de Datos*



Fuente: Elaboración propia

El diagrama muestra una base de datos relacional diseñada bajo estrictas normas de normalización hasta la quinta forma normal (5FN), estructurada para soportar un sistema logístico-aduanero. La entidad central *cargas* se relaciona con *clientes* y *tipos\_carga* mediante claves foráneas, y actúa como nodo principal para las entidades *documentos\_aduaneros*, *costos* y *rutas*. La tabla *documentos\_aduaneros* se encuentra desnormalizada por tipo (*tipos\_documento\_aduana*) y estado (*estados\_documento*) para eliminar dependencias multivaluadas.

La entidad *costos* está vinculada a *tarifas*, permitiendo aplicar reglas de cálculo específicas basadas en unidad (kg, km, etc.), y estas se vinculan a *transacciones*, las cuales manejan los pagos mediante *metodos\_pago*. A nivel de transporte, las *rutas* combinan *vehiculos* y *conductores*, los cuales a su vez se agrupan por *tipos\_transporte*, permitiendo gestión logística precisa. El control de acceso se gestiona mediante *usuarios*, *roles* y la tabla puente *usuario\_rol* (N:M).

Además, se incluye el módulo de *notificaciones* y *reportes\_generados* para trazabilidad y generación de auditoría. Todas las claves están indexadas, las relaciones están completamente integradas mediante restricciones referenciales, y se ha eliminado toda dependencia transitiva y

multivaluada, garantizando un diseño robusto, modular y eficiente para operaciones críticas en entornos logísticos.

**Figura 26**

*Diccionario de datos*

Tabla	Nombre del Atributo	Tipo de Dato	Tamaño (Bytes/Longitud)	Restricciones	Ejemplo	Descripción
pais	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Identificador
pais	nombre_iso	VARCHAR(100)	100	NN	Costa Rica	Nombre oficial
pais	iso2	CHAR(2)	2	NN, UQ	CR	Código ISO 2
pais	iso3	CHAR(3)	3	NN, UQ	CRI	Código ISO 3
pais	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Vigente
provincia	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
provincia	pais_id	INT	4	FK->pais.id, NN	1	País
provincia	nombre	VARCHAR(100)	100	NN	San José	Nombre
provincia	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Vigente
ciudad	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
ciudad	provincia_id	INT	4	FK->provincia.id, NN	1	Provincia
ciudad	nombre	VARCHAR(120)	120	NN	San José	Nombre ciudad
ciudad	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Vigente
moneda	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
moneda	codigo_iso	CHAR(3)	3	NN, UQ	CRC	ISO 4217
moneda	nombre	VARCHAR(60)	60	NN	Colón costarricense	Nombre
moneda	simbolo	VARCHAR(8)	8	NN	₡	Símbolo

moneda	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Vigente
tipo_cambio	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
tipo_cambio	moneda_id	INT	4	FK->moneda.id, NN	1	Moneda
tipo_cambio	fecha	DATE	10	NN	2025-09-03	Fecha
tipo_cambio	valor	DECIMAL(12,6)	12,6	NN	540,25	Unidades base por 1 moneda
impuesto	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
impuesto	nombre	VARCHAR(80)	80	NN	IVA	Nombre
impuesto	porcentaje	DECIMAL(5,2)	5,2	NN	13	Porcentaje
impuesto	vigente_desde	DATE	10	NN	2025-01-01	Inicio
impuesto	vigente_hasta	DATE	10	NULL	2026-12-31	Fin (NULL si vigente)
incoterm	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
incoterm	codigo	CHAR(3)	3	NN, UQ	FOB	Código
incoterm	nombre	VARCHAR(80)	80	NN	Free On Board	Nombre
unidad_medida	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
unidad_medida	codigo	VARCHAR(10)	10	NN, UQ	KG	Código
unidad_medida	nombre	VARCHAR(80)	80	NN	Kilogramo	Nombre
estado	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
estado	categoría	VARCHAR(40)	40	NN	carga	Contexto (carga, doc, transporte, costo, trx)
estado	codigo	VARCHAR(30)	30	NN	EN_TRANSITO	Código
estado	nombre	VARCHAR(100)	100	NN	En tránsito	Nombre
estado	es_final	BOOLEAN	1	NN, DF=0	FALSE	Terminal

tipo_documento	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
tipo_documento	codigo	VARCHAR(20)	20	NN, UQ	FACTURA	Código
tipo_documento	nombre	VARCHAR(120)	120	NN	Factura Comercial	Nombre
tipo_transporte	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
tipo_transporte	nombre	VARCHAR(40)	40	NN, UQ	Marítimo	Nombre
tipo_carga	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
tipo_carga	nombre	VARCHAR(60)	60	NN, UQ	Contenerizada	Nombre
puerto	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
puerto	pais_id	INT	4	FK->pais.id, NN	1	País
puerto	codigo	VARCHAR(10)	10	NN, UQ	CRLIO	UN/LOCODE
puerto	nombre	VARCHAR(120)	120	NN	Puerto Limón	Nombre
puerto	tipo	VARCHAR(20)	20	NN	Marítimo	Marítimo/Aéreo/ Terrestre
aduana	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
aduana	pais_id	INT	4	FK->pais.id, NN	1	País
aduana	codigo	VARCHAR(10)	10	NN, UQ	CRLIO-ADU	Código
aduana	nombre	VARCHAR(120)	120	NN	Aduana de Limón	Nombre
servicio	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
servicio	codigo	VARCHAR(20)	20	NN, UQ	TRANSP	Código
servicio	nombre	VARCHAR(120)	120	NN	Transporte Terrestre	Nombre

servicio	tipo	VAR CHAR(30)	30	NN	transporte	Tipo (transporte, aduana, almacenaje, otros)
servicio	descripcion	VAR CHAR(255)	255	NULL	Tarifa terrestre nacional	Descripción
usuario	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
usuario	username	VAR CHAR(50)	50	NN, UQ	gocampo	Usuario
usuario	email	VAR CHAR(120)	120	NN, UQ	gabriel@empresa.com	Correo
usuario	password_hash	VAR CHAR(255)	255	NN	\$2b\$12\$..	Hash de contraseña
usuario	nombre	VAR CHAR(100)	100	NN	Gabriel Ocampo	Nombre completo
usuario	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Estado
usuario	fecha_creacion	DATE TIME	19	NN	2025-08-21 09:30:00	Alta
usuario	ultima_sesion	DATE TIME	19	NULL	2025-09-02 18:40:00	Último login
rol	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
rol	nombre	VAR CHAR(50)	50	NN, UQ	Admin	Nombre
rol	descripcion	VAR CHAR(255)	255	NULL	Acceso total	Descripción
permiso	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
permiso	codigo	VAR CHAR(80)	80	NN, UQ	carga.crear	Código
permiso	descripcion	VAR CHAR(255)	255	NULL	Crear cargas	Descripción
usuario_rol	usuario_id	INT	4	PK, FK->usuario.id, NN	1	Usuario

usuario_rol	rol_id	INT	4	PK, FK->rol.id, NN	1	Rol
rol_permiso	rol_id	INT	4	PK, FK->rol.id, NN	1	Rol
rol_permiso	permiso_id	INT	4	PK, FK->permiso.id, NN	1	Permiso
bitacora	id	BIGINT	8	PK, AI, NN	1	Id
bitacora	usuario_id	INT	4	FK->usuario.id, NN	1	Usuario
bitacora	accion	VARCHAR(120)	120	NN	UPDATE	Acción
bitacora	entidad	VARCHAR(80)	80	NN	carga	Entidad
bitacora	entidad_id	BIGINT	8	NN	1024	ID afectado
bitacora	fecha	DATE TIME	19	NN	2025-09-03 20:01:00	Fecha/hora
bitacora	detalle	TEXT	~	NULL	Cambio de estado	Detalle
cliente	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
cliente	razon_social	VARCHAR(150)	150	NN	ACME S.A.	Razón social
cliente	identificacion	VARCHAR(40)	40	NN, UQ	3-101-123456	Identificación
cliente	email	VARCHAR(120)	120	NULL	compras@acme.com	Correo
cliente	telefono	VARCHAR(30)	30	NULL	+506 2222 2222	Teléfono
cliente	direccion	VARCHAR(255)	255	NULL	San José, CR	Dirección
cliente	ciudad_id	INT	4	FK->ciudad.id, NULL	1	Ciudad
cliente	moneda_id	INT	4	FK->moneda.id, NULL	1	Moneda preferente
cliente	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Estado
proveedor	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id

proveedor	tipo	VAR CHAR(40)	40	NN	transportista	Tipo
proveedor	razon_social	VAR CHAR(150)	150	NN	Transportes Tico S.A.	Razón social
proveedor	identificacion	VAR CHAR(40)	40	NN, UQ	3-102-654321	Identificación
proveedor	email	VAR CHAR(120)	120	NULL	ventas@tico.com	Correo
proveedor	telefono	VAR CHAR(30)	30	NULL	+506 2444 3333	Teléfono
proveedor	direccion	VAR CHAR(255)	255	NULL	Heredia, CR	Dirección
proveedor	ciudad_id	INT	4	FK->ciudad.id, NULL	1	Ciudad
proveedor	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Estado
contacto	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
contacto	entidad_tipo	VAR CHAR(20)	20	NN	cliente	'cliente' o 'proveedor'
contacto	entidad_id	INT	4	NN	1	ID referencia
contacto	nombre	VAR CHAR(100)	100	NN	María Pérez	Nombre
contacto	cargo	VAR CHAR(80)	80	NULL	Compras	Cargo
contacto	telefono	VAR CHAR(30)	30	NULL	+506 8888 7777	Teléfono
contacto	email	VAR CHAR(120)	120	NULL	mperez@acme.com	Correo
contacto	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Estado
carga	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id

carga	codigo	VAR CHA R(30)	30	NN, UQ	CARG- 2025- 0001	Código único
carga	cliente_i d	INT	4	FK->cliente.id, NN	1	Cliente
carga	proveed or_id	INT	4	FK->proveedor.id, NULL	1	Forwarder/Carri er
carga	tipo_car ga_id	INT	4	FK->tipo_carga.id, NN	1	Tipo de carga
carga	tipo_tra nsporte_ id	INT	4	FK- >tipo_transporte.i d, NN	1	Modo
carga	fecha_re gistro	DATE	10	NN	2025-07- 21	Fecha alta
carga	estado_i d	INT	4	FK->estado.id, NN	1	Estado
carga	origen_ puerto_i d	INT	4	FK->puerto.id, NN	1	Puerto/Aeropuer to origen
carga	destino_ puerto_i d	INT	4	FK->puerto.id, NN	2	Puerto/Aeropuer to destino
carga	incoter m_id	INT	4	FK->incoterm.id, NULL	1	Incoterm
carga	moneda _id	INT	4	FK->moneda.id, NULL	1	Moneda de referencia
carga	valor_m ercancia	DECI MAL( 18,2)	18,2	NULL	125000	Valor mercancía declarada
carga	peso_tot al	DECI MAL( 12,3)	12,3	NULL	1500,25	Peso total
carga	volumen _total	DECI MAL( 12,3)	12,3	NULL	120	Volumen total
carga	notas	VAR CHA R(255 )	255	NULL	Urgente	Observaciones
carga	creado_ por	INT	4	FK->usuario.id, NN	1	Usuario que crea
carga	creado_ en	DATE TIME	19	NN, DF=CURRENT_T IMESTAMP	2025-08- 20 10:22:00	Fecha/hora de creación
carga	actualiz ado_por	INT	4	FK->usuario.id, NULL	1	Usuario que actualiza
carga	actualiz ado_en	DATE TIME	19	NULL, ON UPDATE CURRENT_TIME STAMP	2025-08- 22 09:10:00	Fecha/hora de última actualización

carga_detalle	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
carga_detalle	carga_id	INT	4	FK->carga.id, NN	1	Carga
carga_detalle	descripcion	VARCHAR(255)	255	NN	Laptops 15"	Descripción
carga_detalle	partida_arancelaria	VARCHAR(20)	20	NULL	8471.30	HS Code
carga_detalle	cantidad	DECIMAL(12,3)	12,3	NN	100	Cantidad
carga_detalle	unidad_medida_id	INT	4	FK->unidad_medida.id, NN	1	Unidad
carga_detalle	peso_net	DECIMAL(12,3)	12,3	NULL	1200	Peso neto
carga_detalle	peso_bruto	DECIMAL(12,3)	12,3	NULL	1300	Peso bruto
carga_detalle	volumen	DECIMAL(12,3)	12,3	NULL	80	Volumen
carga_detalle	valor_unitario	DECIMAL(18,4)	18,4	NULL	850,5	Valor unitario
carga_detalle	valor_total	DECIMAL(18,4)	18,4	NULL	85050	Valor total
carga_detalle	pais_origen_id	INT	4	FK->pais.id, NULL	1	País origen
contenedor	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
contenedor	carga_id	INT	4	FK->carga.id, NN	1	Carga
contenedor	codigo	VARCHAR(20)	20	NN, UQ	MSCU1234567	N° contenedor
contenedor	tipo	VARCHAR(20)	20	NN	20DC	Tipo (20DC, 40HC, etc.)
contenedor	sello	VARCHAR(30)	30	NULL	SEAL-9988	Sello
contenedor	tara_kg	DECIMAL(10,3)	10,3	NULL	2250	Tara

contenedor	capacidad_m3	DECIMAL(10,3)	10,3	NULL	33	Capacidad
documento	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
documento	tipo_documento_id	INT	4	FK->tipo_documento_id, NN	1	Tipo
documento	numero	VARCHAR(60)	60	NN	FAC-2025-0012	Número
documento	fecha_emision	DATE	10	NN	2025-08-20	Fecha emisión
documento	emisor_id	INT	4	FK->proveedor.id, NULL	1	Proveedor/Emisor
documento	moneda_id	INT	4	FK->moneda.id, NULL	1	Moneda
documento	monto_total	DECIMAL(18,2)	18,2	NULL	125000	Total
documento	archivo_id	INT	4	FK->adjunto.id, NULL	1	Archivo
documento	observaciones	VARCHAR(255)	255	NULL	Factura sin impuestos	Obs.
carga_documento	carga_id	INT	4	PK, FK->carga.id, NN	1	Carga
carga_documento	documento_id	INT	4	PK, FK->documento.id, NN	1	Documento
adjunto	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
adjunto	nombre_archivo	VARCHAR(255)	255	NN	factura.pdf	Nombre
adjunto	ruta	VARCHAR(255)	255	NN	/files/2025/08/factura.pdf	Ruta
adjunto	mime_type	VARCHAR(100)	100	NN	application/pdf	MIME
adjunto	tamano_bytes	BIGINT	8	NN	204800	Tamaño
adjunto	hash_sha256	CHAR(64)	64	NN, UQ	e3b0c442..	Checksum
adjunto	subido_por	INT	4	FK->usuario.id, NN	1	Usuario

adjunto	fecha_su bida	DATE TIME	19	NN	2025-08- 20 10:22:00	Fecha
tipo_vehicu lo	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
tipo_vehicu lo	nombre	VAR CHA R(50)	50	NN, UQ	Camión 10T	Tipo
vehiculo	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
vehiculo	placa	VAR CHA R(12)	12	NN, UQ	ABC-123	Placa
vehiculo	tipo_veh iculo_id	INT	4	FK- >tipo_vehiculo.id, NN	1	Tipo
vehiculo	marca	VAR CHA R(50)	50	NN	Hino	Marca
vehiculo	modelo	VAR CHA R(50)	50	NN	500	Modelo
vehiculo	anio	SMA LLIN T	2	NN	2018	Año
vehiculo	capacid ad_ton	DECI MAL( 10,3)	10,3	NULL	10	Capacidad (ton)
vehiculo	volumen _m3	DECI MAL( 10,3)	10,3	NULL	30	Capacidad volumétrica
vehiculo	propieta rio_id	INT	4	FK->proveedor.id, NULL	1	Empresa propietaria
vehiculo	activo	BOO LEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Estado
conductor	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
conductor	identific acion	VAR CHA R(30)	30	NN, UQ	1-1234- 5678	Cédula
conductor	nombre	VAR CHA R(100 )	100	NN	Juan López	Nombre
conductor	licencia	VAR CHA R(30)	30	NN	B3- 998877	Nº Licencia
conductor	licencia_ categori a	VAR CHA R(10)	10	NN	B3	Categoría

conductor	licencia_ vencimiento	DATE	10	NN	2026-05-30	Vence
conductor	telefono	VAR CHAR(30)	30	NULL	+506 8999 4455	Teléfono
conductor	email	VAR CHAR(120)	120	NULL	jlopez@tt ico.com	Correo
conductor	proveedor_id	INT	4	FK->proveedor.id, NULL	1	Transportista
conductor	activo	BOO LEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Estado
asignacion_ transporte	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
asignacion_ transporte	carga_id	INT	4	FK->carga.id, NN	1	Carga
asignacion_ transporte	vehiculo_id	INT	4	FK->vehiculo.id, NN	1	Vehículo
asignacion_ transporte	conductor_id	INT	4	FK->conductor.id, NN	1	Conductor
asignacion_ transporte	fecha_asignacion	DATE TIME	19	NN	2025-08- 22 08:00:00	Fecha
asignacion_ transporte	estado_id	INT	4	FK->estado.id, NN	1	Estado
asignacion_ transporte	observaciones	VAR CHAR(255)	255	NULL	Entrega nocturna	Obs.
ruta	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
ruta	codigo	VAR CHAR(20)	20	NN, UQ	R-CRSJ- LIO	Código
ruta	origen_ciudad_id	INT	4	FK->ciudad.id, NN	1	Origen
ruta	destino_ciudad_id	INT	4	FK->ciudad.id, NN	2	Destino
ruta	distancia_km	DECI MAL( 10,2)	10,2	NULL	160,5	Distancia
ruta	tiempo_estimado_min	INT	4	NULL	240	Duración min
ruta_parada	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id

ruta_parada	ruta_id	INT	4	FK->ruta.id, NN	1	Ruta
ruta_parada	orden	SMALLINT	2	NN	1	Orden
ruta_parada	ciudad_id	INT	4	FK->ciudad.id, NN	1	Ciudad
ruta_parada	tipo_parada	VARCHAR(30)	30	NN	aduana	Tipo
tracking_evento	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
tracking_evento	carga_id	INT	4	FK->carga.id, NN	1	Carga
tracking_evento	fecha_hora	DATE TIME	19	NN	2025-08-23 14:35:00	Fecha/hora
tracking_evento	estado_id	INT	4	FK->estado.id, NN	1	Estado/hito
tracking_evento	ubicacion	VARCHAR(120)	120	NULL	Ruta 32 KM 50	Ubicación
tracking_evento	lat	DECIMAL(10,6)	10,6	NULL	10,00235	Latitud
tracking_evento	lon	DECIMAL(10,6)	10,6	NULL	-84,0123	Longitud
tracking_evento	comentario	VARCHAR(255)	255	NULL	Accidente retrasa 30m	Detalle
tracking_evento	usuario_id	INT	4	FK->usuario.id, NULL	1	Usuario que reporta
tarifa_transporte	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
tarifa_transporte	proveedor_id	INT	4	FK->proveedor.id, NN	1	Transportista
tarifa_transporte	tipo_vehiculo_id	INT	4	FK->tipo_vehiculo.id, NULL	1	Tipo vehículo
tarifa_transporte	ruta_id	INT	4	FK->ruta.id, NULL	1	Ruta específica
tarifa_transporte	moneda_id	INT	4	FK->moneda.id, NN	1	Moneda
tarifa_transporte	precio_base	DECIMAL(18,2)	18,2	NN	250000	Precio base

tarifa_transporte	precio_por_km	DECIMAL(18,2)	18,2	NULL	1200	Precio variable por km
tarifa_transporte	precio_por_ton	DECIMAL(18,2)	18,2	NULL	15000	Precio por tonelada
tarifa_transporte	vigente_desde	DATE	10	NN	2025-01-01	Inicio vigencia
tarifa_transporte	vigente_hasta	DATE	10	NULL	2025-12-31	Fin vigencia
tarifa_transporte	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Estado
tarifa_almacénaje	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
tarifa_almacénaje	proveedor_id	INT	4	FK->proveedor.id, NN	2	Almacén
tarifa_almacénaje	unidad_medida_id	INT	4	FK->unidad_medida.id, NN	1	Unidad (m2, pallet, m3)
tarifa_almacénaje	moneda_id	INT	4	FK->moneda.id, NN	1	Moneda
tarifa_almacénaje	precio_día	DECIMAL(18,2)	18,2	NN	5500	Precio por día
tarifa_almacénaje	vigente_desde	DATE	10	NN	2025-02-01	Inicio vigencia
tarifa_almacénaje	vigente_hasta	DATE	10	NULL	2026-02-01	Fin vigencia
tarifa_almacénaje	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Estado
tarifa_fronteriza	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
tarifa_fronteriza	aduana_id	INT	4	FK->aduana.id, NN	1	Aduana
tarifa_fronteriza	servicio_id	INT	4	FK->servicio.id, NN	1	Servicio aduanero
tarifa_fronteriza	moneda_id	INT	4	FK->moneda.id, NN	1	Moneda
tarifa_fronteriza	precio	DECIMAL(18,2)	18,2	NN	80000	Precio fijo
tarifa_fronteriza	vigente_desde	DATE	10	NN	2025-03-01	Inicio vigencia
tarifa_fronteriza	vigente_hasta	DATE	10	NULL	2026-03-01	Fin vigencia
tarifa_fronteriza	activo	BOOLEAN	1	NN, DF=1	TRUE	Estado
costo	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
costo	carga_id	INT	4	FK->carga.id, NN	1	Carga

costo	moneda_id	INT	4	FK->moneda.id, NN	1	Moneda del cálculo
costo	subtotal	DECIMAL(18,2)	18,2	NN	300000	Suma antes de impuestos
costo	impuestos	DECIMAL(18,2)	18,2	NN	39000	Total impuestos
costo	total	DECIMAL(18,2)	18,2	NN	339000	Total final
costo	estado_id	INT	4	FK->estado.id, NN	1	Estado del cálculo
costo	generado_por	INT	4	FK->usuario.id, NN	1	Usuario generador
costo	fecha_calculo	DATE TIME	19	NN	2025-08-21 16:10:00	Fecha de cálculo
costo_detalle	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
costo_detalle	costo_id	INT	4	FK->costo.id, NN	1	Cálculo padre
costo_detalle	servicio_id	INT	4	FK->servicio.id, NN	1	Servicio cobrado
costo_detalle	tarifa_transporte_id	INT	4	FK->tarifa_transporte.id, NULL	1	Tarifa transporte
costo_detalle	tarifa_almacenaje_id	INT	4	FK->tarifa_almacenaje.id, NULL	1	Tarifa almacenaje
costo_detalle	tarifa_fronteriza_id	INT	4	FK->tarifa_fronteriza.id, NULL	1	Tarifa aduanera
costo_detalle	descripcion	VARCHAR(255)	255	NULL	Transporte SJ-LIMÓN	Detalle
costo_detalle	cantidad	DECIMAL(12,3)	12,3	NN	1	Cantidad
costo_detalle	precio_unitario	DECIMAL(18,4)	18,4	NN	250000	Precio unitario
costo_detalle	moneda_id	INT	4	FK->moneda.id, NN	1	Moneda del ítem
costo_detalle	tipo_cambio	DECIMAL(12,6)	12,6	NULL	1	Tipo de cambio aplicado
costo_detalle	impuesto_id	INT	4	FK->impuesto.id, NULL	1	Impuesto aplicado

costo_detalle	total	DECIMAL(18,2)	18,2	NN	250000	Total renglón
transaccion	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
transaccion	costo_id	INT	4	FK->costo.id, NN	1	Vinculada a costo
transaccion	tipo	VARCHAR(10)	10	NN	pago	'pago' o 'cobro'
transaccion	fecha	DATE	10	NN	2025-08-25	Fecha
transaccion	monto	DECIMAL(18,2)	18,2	NN	339000	Monto
transaccion	moneda_id	INT	4	FK->moneda.id, NN	1	Moneda
transaccion	metodo_pago	VARCHAR(30)	30	NULL	transferencia	Método
transaccion	referencia_externa	VARCHAR(120)	120	NULL	#TRX-8891	Referencia
transaccion	estado_id	INT	4	FK->estado.id, NN	1	Estado (pendiente/aplicada/anulada)
transaccion	observaciones	VARCHAR(255)	255	NULL	Pago 50% anticipo	Obs.
comprobante	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
comprobante	transaccion_id	INT	4	FK->transaccion.id, NN	1	Transacción
comprobante	numero	VARCHAR(60)	60	NN	FE-001-1245	Número
comprobante	archivo_id	INT	4	FK->adjunto.id, NULL	1	PDF/XML asociado
comprobante	fecha_emision	DATE	10	NN	2025-08-25	Fecha emisión
despacho_aduanero	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
despacho_aduanero	carga_id	INT	4	FK->carga.id, NN	1	Carga
despacho_aduanero	aduana_id	INT	4	FK->aduana.id, NN	1	Aduana

despacho_a duanero	numero _pedime nto	VAR CHA R(40)	40	NN	CR-2025- 00991	Número de pedimento/DUA
despacho_a duanero	estado_i d	INT	4	FK->estado.id, NN	1	Estado
despacho_a duanero	fecha	DATE	10	NN	2025-08- 24	Fecha
despacho_a duanero	observa ciones	VAR CHA R(255 )	255	NULL	Canal verde	Obs.
despacho_d ocumento	despach o_id	INT	4	PK, FK- >despacho_aduane ro.id, NN	1	Despacho
despacho_d ocumento	docume nto_id	INT	4	PK, FK- >documento.id, NN	1	Documento adjunto
mantenimie nto_tipo	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
mantenimie nto_tipo	nombre	VAR CHA R(60)	60	NN, UQ	Preventiv o	Tipo de mantenimiento
mantenimie nto_vehicul o	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id
mantenimie nto_vehicul o	vehiculo _id	INT	4	FK->vehiculo.id, NN	1	Vehículo
mantenimie nto_vehicul o	tipo_id	INT	4	FK- >mantenimiento_ti po.id, NN	1	Tipo
mantenimie nto_vehicul o	fecha	DATE	10	NN	2025-07- 10	Fecha
mantenimie nto_vehicul o	kilometr aje	INT	4	NULL	150000	KM
mantenimie nto_vehicul o	costo	DECI MAL( 18,2)	18,2	NULL	120000	Costo
mantenimie nto_vehicul o	moneda _id	INT	4	FK->moneda.id, NULL	1	Moneda
mantenimie nto_vehicul o	descripc ion	VAR CHA R(255 )	255	NULL	Cambio de aceite y filtros	Descripción
programaci on_manteni miento	id	INT	4	PK, AI, NN	1	Id

<b>programacion_mantenimiento</b>	<b>vehiculo_id</b>	<b>INT</b>	<b>4</b>	<b>FK-&gt;vehiculo.id, NN</b>	<b>1</b>	<b>Vehículo</b>
<b>programacion_mantenimiento</b>	<b>tipo_id</b>	<b>INT</b>	<b>4</b>	<b>FK-&gt;mantenimiento_tipo.id, NN</b>	<b>1</b>	<b>Tipo</b>
<b>programacion_mantenimiento</b>	<b>frecuencia_km</b>	<b>INT</b>	<b>4</b>	<b>NULL</b>	<b>10000</b>	<b>Cada cuántos KM</b>
<b>programacion_mantenimiento</b>	<b>frecuencia_dias</b>	<b>INT</b>	<b>4</b>	<b>NULL</b>	<b>180</b>	<b>Cada cuántos días</b>
<b>programacion_mantenimiento</b>	<b>ultimo_servicio</b>	<b>DATE</b>	<b>10</b>	<b>NULL</b>	<b>2025-06-01</b>	<b>Último servicio</b>

*Fuente: Elaboración propia*

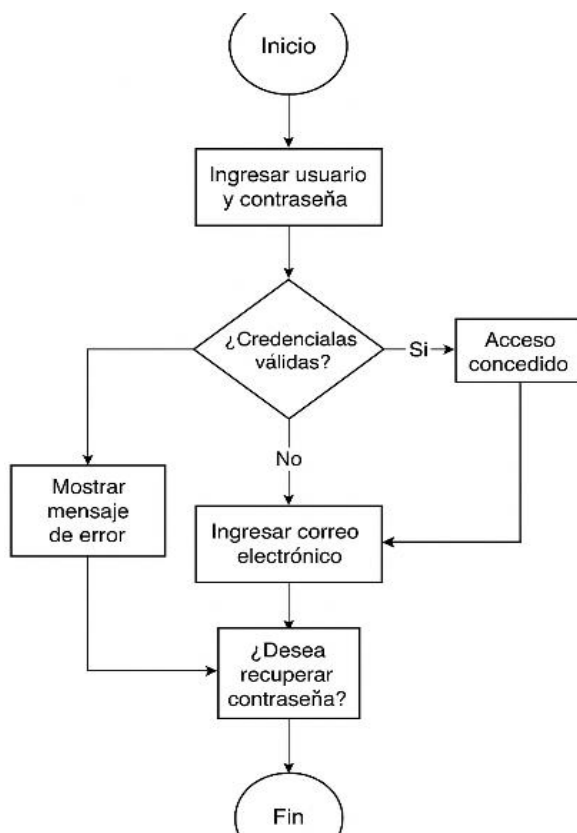
Este diccionario de datos describe de forma clara y organizada la estructura completa de la base de datos del sistema logístico-aduanero. En él se detallan todas las tablas que componen el sistema, junto con los campos que las integran, sus tipos de datos (como enteros, texto, fechas o decimales), sus descripciones funcionales y las restricciones que aplican, como claves primarias, foráneas o valores únicos. Las tablas cubren todas las áreas del sistema, desde la gestión de usuarios y roles de acceso, hasta el control de cargas, clientes, documentos aduaneros, costos, pagos, rutas, vehículos, notificaciones y reportes. Este documento es esencial para comprender cómo está diseñada la base de datos, cómo se conectan las diferentes entidades entre sí y cómo se asegura la integridad, consistencia y eficiencia del manejo de la información en cada módulo. Sirve como guía tanto para desarrolladores como para administradores, facilitando futuras modificaciones, integraciones y mantenimiento del sistema.

## Diseño de procesos

A continuación, se le presenta el diseño con los flujos principales del sistema de con cada uno de sus detalles.

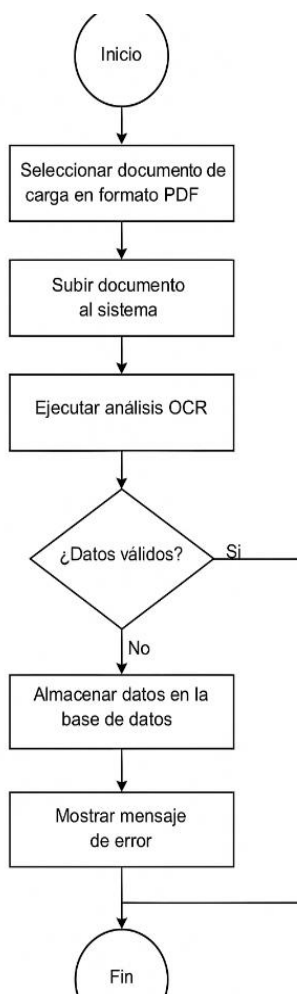
**Figura 27**

*Diagrama de proceso Login*



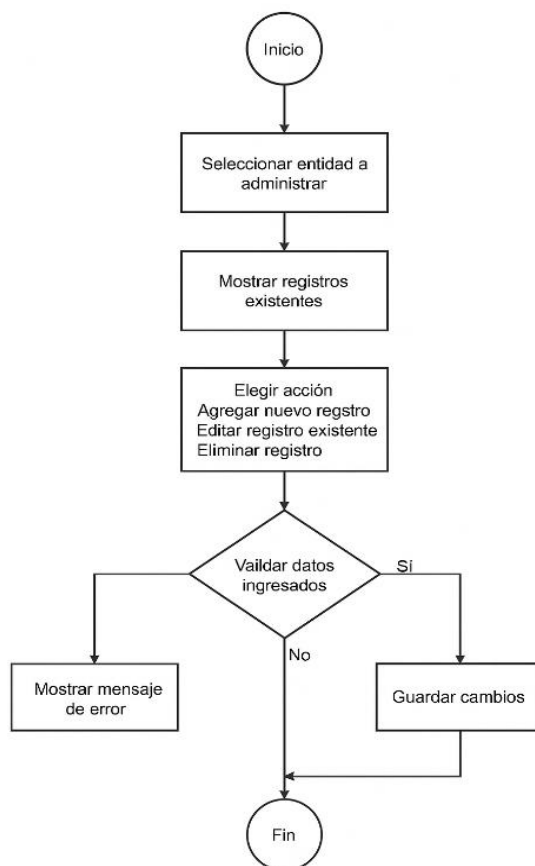
*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama representa el flujo de autenticación del módulo de **Login** del sistema logístico-aduanero. El proceso comienza cuando el usuario introduce su nombre de usuario y contraseña. Si las credenciales son válidas, se concede el acceso al sistema. En caso contrario, se muestra un mensaje de error y se ofrece la opción de recuperar la contraseña. Si el usuario elige recuperar el acceso, debe proporcionar su correo electrónico, tras lo cual se le envía un enlace de recuperación. Este flujo asegura una autenticación segura y brinda un mecanismo accesible para recuperar el acceso en caso de olvido.

**Figura 28***Diagrama de proceso Gestión de Cargas*

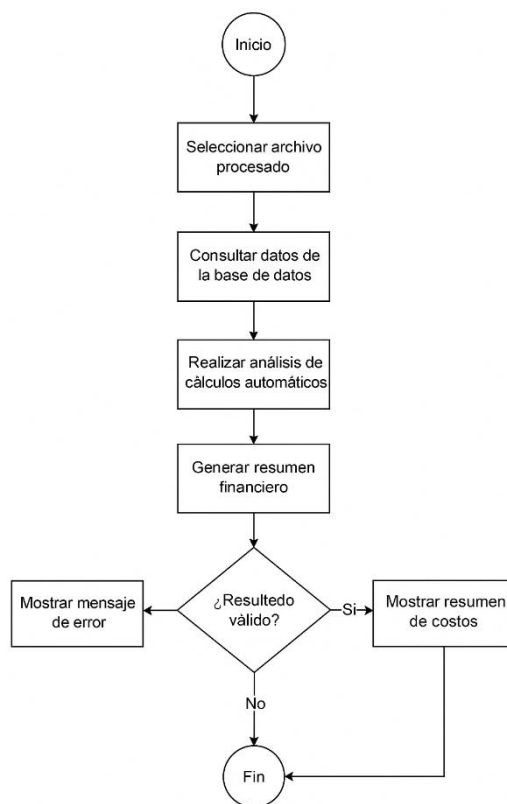
*Fuente: Elaboración propia*

El diagrama de procesos del módulo **Gestión de Cargas** representa la automatización del análisis de documentos logísticos como facturas, DUCA, manifiestos y cartas de porte. El flujo inicia con la selección y carga de un documento PDF, seguido de un análisis OCR mediante un modelo de lenguaje (LLM) que extrae los datos clave. Posteriormente, se valida la información; si es correcta, se almacena en la base de datos, y si presenta errores, se muestra un mensaje al usuario. Este proceso mejora la precisión y reduce la carga manual en la gestión documental aduanera.

**Figura 29***Diagrama de proceso Mantenimientos*

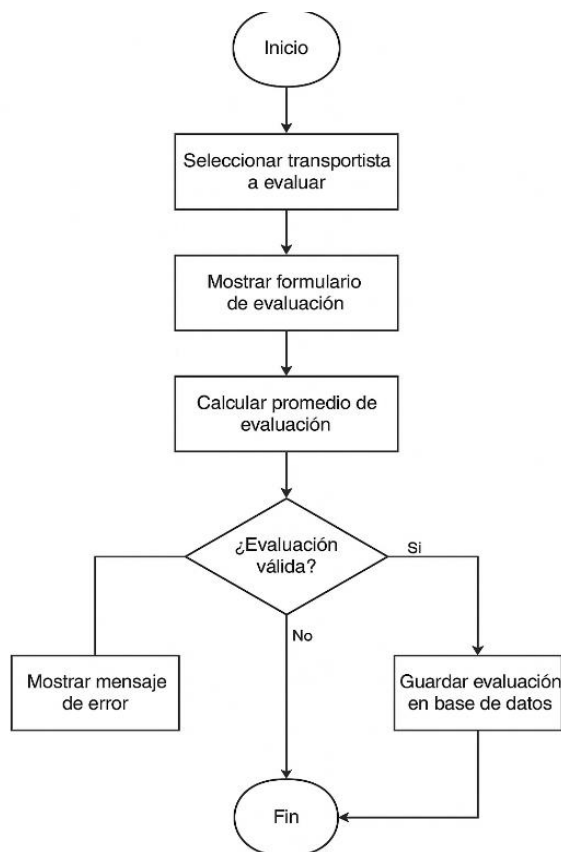
*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama describe el flujo de trabajo del módulo **Mantenimientos**, que permite administrar entidades clave del sistema como transportistas, clientes y tipos de transporte. El usuario selecciona la entidad a modificar, visualiza los registros existentes y decide si desea agregar, editar o eliminar datos. El sistema valida la información ingresada y, si es válida, aplica los cambios. Si se detectan errores, se notifica al usuario para su corrección. Este módulo es esencial para mantener actualizada la base de datos del sistema logístico-aduanero.

**Figura 30***Diagrama de proceso Cálculo Automático de Costos*

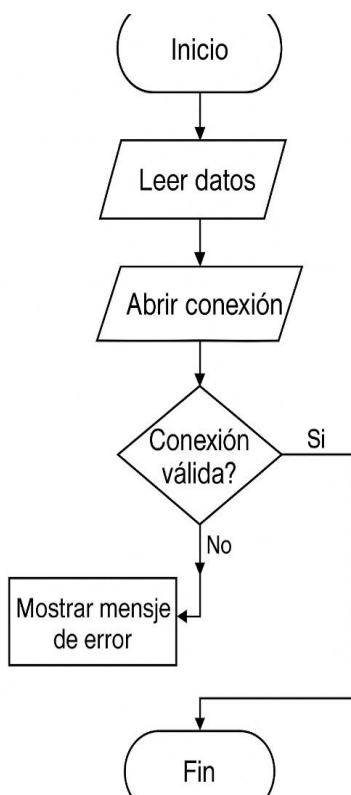
*Fuente: Elaboración propia*

El diagrama describe el flujo del módulo de **Cálculo Automático de Costos**, que transforma datos logísticos en información financiera útil para la toma de decisiones. El usuario selecciona un documento previamente procesado, el sistema consulta los datos desde la base de datos y ejecuta un análisis con un modelo de lenguaje para calcular automáticamente los costos. Si el resultado es válido, se genera y muestra un resumen financiero; en caso de error, se notifica al usuario. Este módulo automatiza cálculos complejos y garantiza rapidez y precisión en el análisis económico de cada carga.

**Figura 31***Diagrama de proceso Evaluación de Transportistas*

*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama describe el proceso del módulo de **Evaluación de Transportistas**, encargado de registrar el rendimiento de los choferes de carga. El usuario selecciona al transportista y completa un formulario con diferentes criterios de evaluación. El sistema calcula un promedio automático de desempeño y, si los datos son válidos, guarda el resultado en la base de datos. En caso contrario, muestra un error. Este módulo permite mejorar la calidad del servicio logístico mediante control y retroalimentación del personal de transporte.

**Figura 32***Diagrama de proceso Consultas y Reportes*

*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama de flujo representa el módulo de **Consultas y Reportes**, donde el usuario puede filtrar la información almacenada en el sistema según múltiples criterios como fechas, tipo de documento o cliente. Una vez definidos los filtros, el sistema ejecuta la consulta. Si se encuentran resultados, estos se muestran al usuario o se generan en un reporte exportable; si no, se notifica al usuario.

Este módulo permite obtener rápidamente información útil para la toma de decisiones operativas y administrativas.

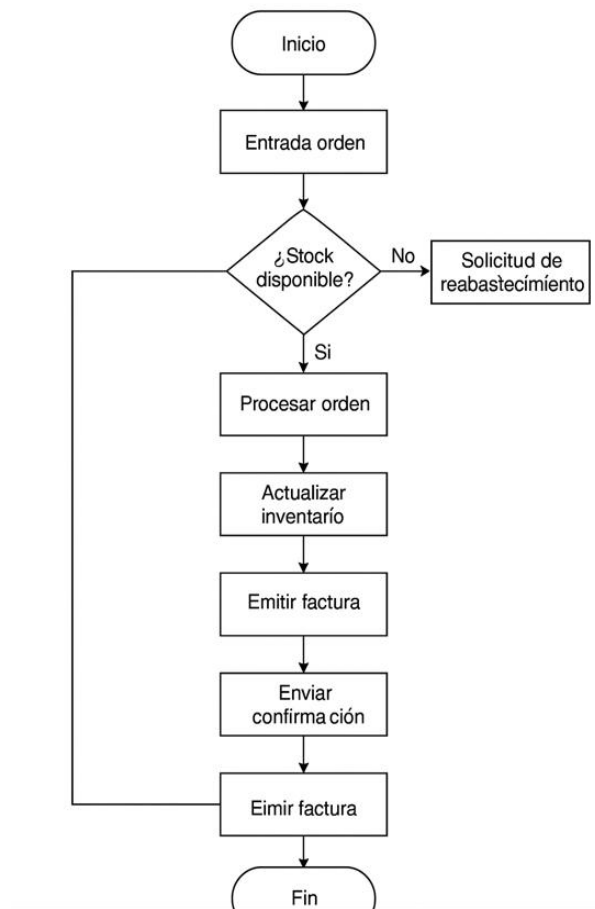
**Figura 33***Diagrama de proceso Documentación Aduanera*

*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama representa el flujo del módulo de **Documentación Aduanera**, el cual se encarga de verificar que los documentos requeridos para el trámite aduanero estén cargados, completos y vigentes. El usuario selecciona el tipo de documento a validar, el sistema consulta su existencia y verifica si cumple con los requisitos. Si es válido, se marca como completo; si está vencido o ausente, se genera una alerta y se notifica al responsable. Este proceso asegura cumplimiento normativo y evita retrasos logísticos.

Figura 34

## Diagrama de proceso Procesamiento de Transacciones

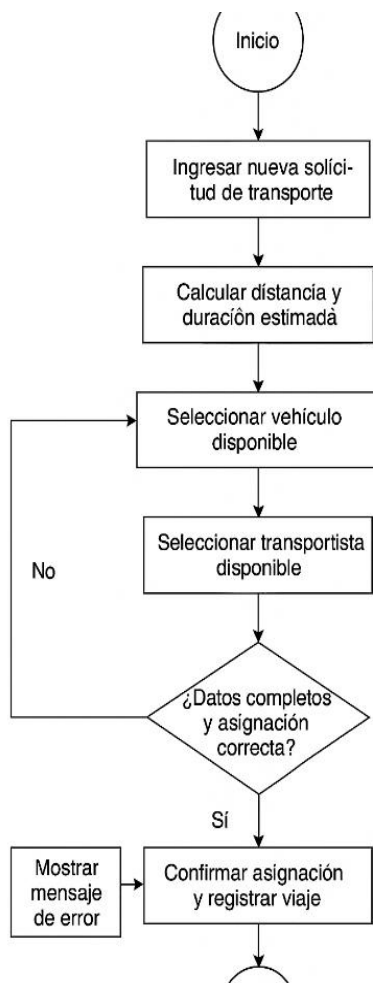


*Fuente: Elaboración propia*

aEste diagrama describe el flujo del módulo de **Procesamiento de Transacciones**, el cual gestiona el registro y validación de pagos logísticos asociados a servicios de transporte. El usuario selecciona el cliente o transportista, revisa el historial de transacciones y puede ingresar un nuevo pago o ajuste. Si los datos son válidos, el sistema registra la transacción y emite automáticamente un comprobante electrónico. En caso de error, se muestra un mensaje de advertencia. Este módulo garantiza trazabilidad y automatización financiera dentro del sistema logístico

Figura 35

## Diagrama de proceso Gestión de Transporte

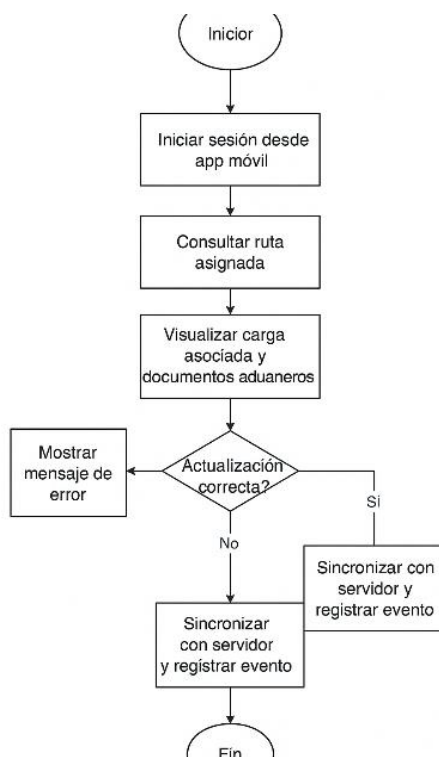


*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama muestra el flujo del módulo de **Gestión de Transporte**, el cual se encarga de asignar viajes logísticos a transportistas y vehículos de forma eficiente. El proceso inicia con una nueva solicitud, se define la ruta (origen/destino), y se calculan automáticamente la distancia y duración estimada. Luego, se selecciona el vehículo y transportista disponibles. Si todos los datos son correctos, se registra el viaje.

En caso contrario, se muestra un mensaje de error. Este módulo es clave para la planificación efectiva de las operaciones logísticas.

Figura 36

*Diagrama de proceso Gestión Móvil Logística y Aduanera en Tiempo Real*

*Fuente: Elaboración propia*

El diagrama representa el flujo del módulo de **Gestión Móvil Logística y Aduanera en Tiempo Real**, orientado a facilitar el control operativo desde dispositivos móviles. El transportista inicia sesión, visualiza su ruta y los documentos asociados a la carga, y puede actualizar el estado del viaje. Si la actualización es válida, el sistema sincroniza los datos en tiempo real con el servidor central. En caso de error, se muestra una advertencia. Este módulo es clave para garantizar trazabilidad, eficiencia y conectividad constante en campo.

## Diseño de Salidas

A continuación, se muestran los diseños de salida del proyecto Costa Rica Forwarding

**Figura 37**

*Módulo de Gestión de Cargas*

Tipo de carga	Peso	Volumen	Destino
Contenedor	200 kg	15	Limón
Pallets	75 kg	5	Heredia
Cargamento	150 kg	12	Puntarena

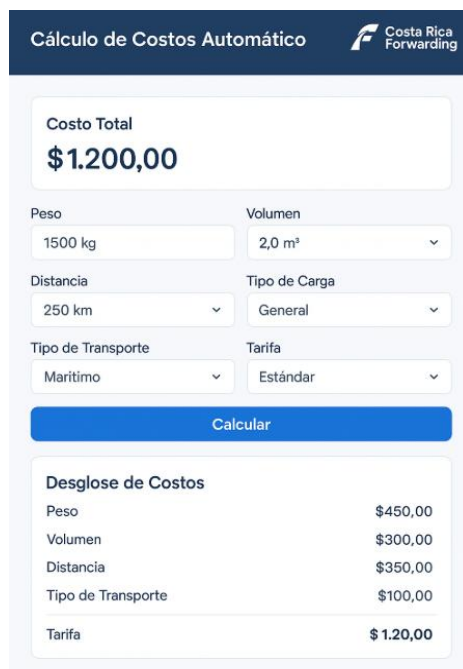
*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Gestión de Cargas** es el núcleo operativo del sistema logístico desarrollado para Costa Rica Forwarding. Este componente permite el registro estructurado y eficiente de todas las cargas, tanto a nivel nacional como internacional, centralizando la información clave para facilitar el seguimiento y la trazabilidad.

Entre sus principales funcionalidades se incluye el ingreso de datos como el tipo de carga, peso, volumen, origen, destino, y cliente asociado. Esta información es almacenada de forma estructurada y puede ser visualizada y editada por los usuarios autorizados.

El diseño del módulo se enfoca en la facilidad de uso, rapidez de registro y validación de campos obligatorios, lo que asegura que el personal operativo pueda ingresar los datos en tiempo real sin errores. Su implementación reduce significativamente la dispersión de información en hojas sueltas o múltiples plataformas, contribuyendo a una gestión centralizada y ordenada del flujo logístico.

Figura 38

*Módulo de Cálculo de Costos Automático*


Cálculo de Costos Automático	
<b>Costo Total</b>	
<b>\$1.200,00</b>	
Peso	Volumen
1500 kg	2,0 m³
Distancia	Tipo de Carga
250 km	General
Tipo de Transporte	Tarifa
Marítimo	Estándar
<b>Calcular</b>	
<b>Desglose de Costos</b>	
Peso	\$450,00
Volumen	\$300,00
Distancia	\$350,00
Tipo de Transporte	\$100,00
Tarifa	\$1.200,00

*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Cálculo de Costos Automático** tiene como objetivo fundamental eliminar los errores manuales y garantizar precisión en la estimación de costos logísticos dentro de Costa Rica Forwarding. Este componente permite realizar cálculos automáticos basados en múltiples variables como peso, volumen, distancia, tipo de carga, tipo de transporte y tarifas definidas por la empresa.

Su funcionalidad principal consiste en procesar de manera dinámica los datos registrados en el sistema de cargas, aplicando fórmulas predefinidas y condiciones específicas para calcular automáticamente el costo total del servicio logístico. Además, este módulo permite visualizar el desglose de los factores que influyen en el costo final, mejorando la transparencia y comprensión para el usuario.

El diseño de la interfaz permite ingresar los parámetros requeridos, seleccionar las condiciones de cálculo y visualizar de inmediato los resultados. Asimismo, está integrado con el resto del sistema para que el resultado del cálculo se asocie directamente a cada registro de carga, facilitando su trazabilidad y su uso posterior en transacciones y reportes.

Figura 39

*Módulo de Procesamiento de Transacciones*

**Módulo de Procesamiento de Transacciones**

**Número de carga**

Fecha: 25/04/2024

Cliente:

Número de transacción:

Estado: Pendiente

Buscar

**Historial de Transacciones**

Fecha	Cliente	Número de transacción	Estado
24/04/2024	Juan Pérez	001245	Pagado
23/04/2024	María Gómez	001245	Pagado
23/04/2024	Juan Pérez	001241	Rechazado
23/04/2024	Juan Pérez	001241	Pagado

Registrar Pago    Aplicar Descuento    Reimprimir Comprobante

*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Procesamiento de Transacciones** es una pieza clave del sistema logístico-aduanero para Costa Rica Forwarding. Este módulo se encarga de automatizar todo el flujo financiero relacionado con los servicios logísticos, centralizando la gestión de pagos, cobros, saldos pendientes y ajustes contables.

Una de sus funciones principales es registrar cada transacción de forma automática y vincularla con el número de carga o cliente correspondiente. Asimismo, genera comprobantes electrónicos que pueden ser descargados, consultados o enviados al correo del cliente, garantizando la trazabilidad de cada movimiento financiero.

La interfaz está diseñada para mostrar un historial financiero ordenado, donde se puede filtrar por fecha, cliente, número de transacción o estado del pago (pendiente, pagado, rechazado). Además, incluye botones para registrar manualmente un pago, aplicar descuentos o reimprimir comprobantes.

El módulo asegura precisión contable, mejora el control administrativo y reduce el margen de error humano en las operaciones financieras. También facilita la conciliación de ingresos con los servicios brindados, lo cual es fundamental para la rentabilidad de la empresa.

**Figura 40***Módulo de Gestión de Transporte*

**Gestión de Transporte**

**Crear Viaje**

Origen: San José

Destino: Limón

Vehículo: Hino 300

Conductor: Juan Pérez

**Crear**

**Viajes Programados**

Origen	Destino	Vehículo
San José	Limón	Hino 300
San José	Alajuela	Isuzu NQR
San José	Cártago	Freightliner Cascadia

**Detalles del Viaje**

Origen: San José

Destino: Limón

Vehículo: Hino 300

Conductor: Juan Pérez

Distancia: 160 km

Duración Estimada: 3h 20m

**Editar**

**Finalizar**

**Cancelar**

Cuvez Dreamzado

*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Gestión de Transporte** permite coordinar de forma eficiente los recursos logísticos relacionados con los vehículos y conductores de Costa Rica Forwarding. Este componente automatiza la planificación de rutas, la asignación de unidades de transporte y la estimación de tiempos y costos por trayecto.

Entre sus funciones se encuentran la creación y gestión de viajes desde un punto de origen a un destino específico, considerando variables como tipo de vehículo, distancia, tipo de carga y condiciones de tráfico. También integra datos en tiempo real que permiten generar alertas de entrega tardía o desvíos operativos.

La interfaz brinda un panel donde se pueden asignar rutas a conductores específicos, ver la disponibilidad de camiones, visualizar mapas referenciales, y generar etiquetas o guías de transporte automáticamente. Cada viaje queda documentado y vinculado con la carga correspondiente, lo que fortalece la trazabilidad operativa.

Este módulo reduce el uso de herramientas externas como planillas manuales y optimiza el uso de recursos físicos y humanos dentro de la operación diaria.

**Figura 41**

### Módulo de Seguimiento de Documentación Aduanera

Número de Carga	Tipo de Documento	Fecha de Documento	Estado
CRF1234567	Factura Comercial	20/04/2024	Penalente
CRF1234568	Permiso de Exportación	15/04/2024	Aprobado
CRF1234568	Documento Oreia	31/04/2024	Rechazado
CRF1234567	Certificado Origen	25/04/2024	Aprobado
CRF1234568	Retorno	23/04/2024	Aprobado

*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Seguimiento de Documentación Aduanera** permite a Costa Rica Forwarding gestionar de forma digital y centralizada todos los documentos requeridos para trámites aduaneros nacionales e internacionales. Su propósito es asegurar que la documentación esté actualizada, sea fácilmente accesible y cumpla con las normativas legales de cada operación.

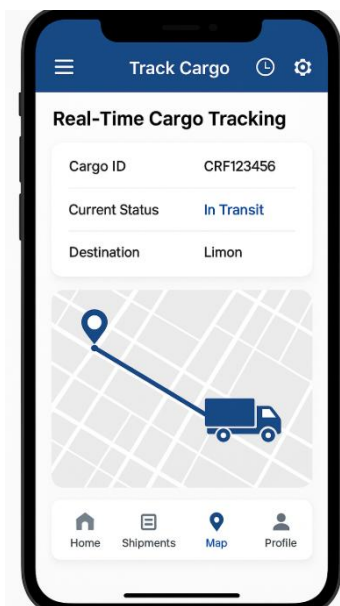
Este módulo permite subir, visualizar, validar y clasificar documentos como facturas comerciales, permisos de exportación/importación, certificados de origen, pólizas y declaraciones aduaneras. Además, incluye indicadores de estado (pendiente, aprobado, rechazado) y alertas de vencimiento o faltantes.

La interfaz presenta una vista organizada por número de carga o cliente, con filtros por tipo de documento, fecha y estado de aprobación. También permite que usuarios con permisos puedan aprobar o rechazar documentos con observaciones automáticas.

Con esta funcionalidad, se logra una trazabilidad completa del flujo documental, disminuyendo riesgos legales, evitando multas por incumplimiento y mejorando la eficiencia del proceso aduanero.

**Figura 42**

### *Módulo de Gestión Móvil en Tiempo Real*



*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Gestión Móvil en Tiempo Real** permite a Costa Rica Forwarding monitorear y controlar sus operaciones logísticas directamente desde dispositivos móviles con Android o iOS. Este módulo es esencial para el seguimiento dinámico de cargas, vehículos y documentación durante el tránsito, permitiendo respuestas inmediatas ante cambios o incidentes.

Gracias a su integración con GPS y sincronización en la nube, los usuarios autorizados pueden consultar rutas activas, tiempos estimados, estados de carga y cualquier documentación asociada desde su smartphone. Además, el sistema permite la actualización de estados en tiempo real (ej. “En Ruta”, “Entregado”, “Detenido”), manteniendo informados tanto al personal operativo como al cliente final.

El diseño de la app está optimizado para usabilidad móvil, con interfaces amigables, botones grandes, menús simplificados y vistas en mapa. Esta herramienta mejora significativamente la toma de decisiones sobre la marcha, reduce llamadas innecesarias entre áreas y fortalece la transparencia con el cliente.

Este módulo representa un pilar en la modernización logística de la empresa, al llevar la trazabilidad fuera de la oficina y ponerla en la palma de la mano.

**Figura 43***Módulo de Mantenimiento*

The screenshot shows the 'Sistema de Mantenimiento' interface. On the left is a dark blue sidebar with a menu containing: Tipos de Carga, Vehículos, Tarifas, Clientes, Rutas, Transportistas, Usuarios, and Roles. The main content area is titled 'Crear Tipo de Carga' and contains a form with the following fields: 'Descripción' (text input), 'Peso Máximo (kg)' (text input), 'Categoría' (dropdown menu with 'General' selected), and a checked 'Activo' checkbox. A blue 'Crear' button is located at the bottom right of the form. Below the form is a table titled 'Tipos de Carga' with the following data:

Descripción	Peso Máximo	Categoría	Estado	
Electrónicos	5000	General	Activo	...
Alimentos	10000	Refrigerado	Activo	...
Material de Construcción	25000	No Peligroso	Activo	...

*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Mantenimiento** permite gestionar todas las operaciones de alta, modificación, consulta y eliminación (CRUD) de los datos estructurales del sistema de Costa Rica Forwarding. Este módulo es esencial para que los administradores puedan configurar las bases de datos maestras que alimentan los demás procesos operativos.

Desde esta sección se pueden administrar catálogos como: tipos de carga, vehículos, tarifas, clientes, rutas, transportistas, usuarios y roles. Está pensado para ofrecer control total al personal autorizado sin comprometer la integridad del sistema operativo principal.

La interfaz está organizada por categorías y permite búsquedas, filtros y validaciones que aseguran una experiencia eficiente. Cada entidad puede ser editada o eliminada con confirmaciones previas, y se integra un sistema de bitácora para auditar cualquier cambio realizado.

Este módulo garantiza que la plataforma se mantenga actualizada y personalizable según las necesidades operativas, sin depender de desarrolladores para modificaciones básicas.

**Figura 44**

## Módulo de Consultas

ID	Fecha	Tipo	Cliente	Destino	Estado
0541	2022-02-31	Importación	Cliente A	San José	En proceso
0542	2022-05-31	Exportación	Cliente B	Miami	Completado
0543	2022-04-31	Importación	Cliente C	San José	Pendiente
0546	2022-04-31	Importación	Cliente A	Buenos Aires	Completado
0547	2022-05-31	Exportación	Cliente A	Cerreo	Renovado
0548	2022-05-31	Importación	Cliente B	San José	Completado
0549	2022-05-31	Exportación	Cliente C	Buenos Aires	Pendiente

*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Consultas** proporciona a los usuarios de Costa Rica Forwarding una herramienta poderosa para acceder de manera ágil y estructurada a toda la información almacenada en el sistema. Su objetivo es facilitar la búsqueda, filtrado y visualización de datos específicos sin necesidad de conocimientos técnicos.

Este módulo permite consultar registros de cargas, salidas, vehículos, clientes, documentos, rutas y transacciones. Las consultas pueden ser personalizadas utilizando múltiples criterios como fechas, estados, identificadores únicos, destinos o usuarios responsables.

La interfaz presenta un buscador avanzado con filtros desplegables y campos configurables. Los resultados se muestran en tablas dinámicas que permiten ordenar, paginar y exportar la información a formatos como PDF o Excel.

Este componente mejora la capacidad de análisis del sistema, apoya los procesos de toma de decisiones y responde a necesidades operativas y administrativas con rapidez y precisión.

### Figura 45

## Módulo de Reportes



*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Reportes** permite a Costa Rica Forwarding generar informes detallados, dinámicos y exportables sobre las operaciones logísticas realizadas. Este módulo es fundamental para el análisis de rendimiento, cumplimiento de objetivos, auditorías internas y presentación de resultados a nivel gerencial.

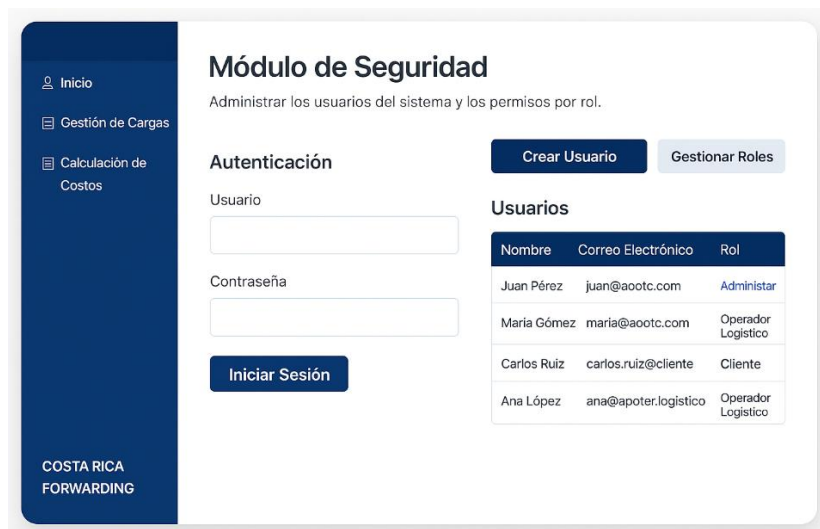
La plataforma permite seleccionar el tipo de reporte (por cliente, por periodo, por tipo de carga, por estado de entrega, entre otros), aplicar filtros personalizados y visualizar estadísticas en tiempo real. Además, ofrece gráficos comparativos, tablas con totales por categoría y resúmenes automáticos que facilitan la interpretación de la información.

El usuario puede exportar los reportes en formato PDF o Excel con diseño profesional, incluir logotipos, encabezados personalizados y seleccionar intervalos de tiempo. La interfaz prioriza la claridad, con paneles organizados y secciones bien diferenciadas.

Este módulo transforma los datos operativos del sistema en conocimiento estratégico, facilitando la toma de decisiones basadas en evidencia y mejorando la eficiencia empresarial.

**Figura 46**

*Módulo de Seguridad*



*Fuente: Elaboración propia*

El **Módulo de Seguridad** garantiza el control de acceso, la protección de datos y la gestión de roles dentro del sistema logístico de Costa Rica Forwarding. Este componente es vital para asegurar que cada usuario acceda únicamente a la información y funcionalidades que le corresponden según su perfil.

El sistema implementa autenticación mediante usuario y contraseña cifrada, junto con validación de sesión mediante tokens seguros. Además, los administradores pueden crear y asignar distintos roles como "Administrador", "Operador Logístico", "Cliente", entre otros, definiendo permisos específicos por módulo (visualizar, crear, editar, eliminar).

La interfaz presenta un panel de control con administración de usuarios, creación de roles, y monitoreo de accesos en tiempo real mediante bitácoras. También se incluyen medidas como expiración automática de sesiones, verificación de doble paso opcional y bloqueo temporal por intentos fallidos.

Este módulo fortalece la protección de datos confidenciales, asegura el cumplimiento con normativas legales como la Ley de Protección de Datos Personales y mantiene la integridad del sistema frente a accesos no autorizados.

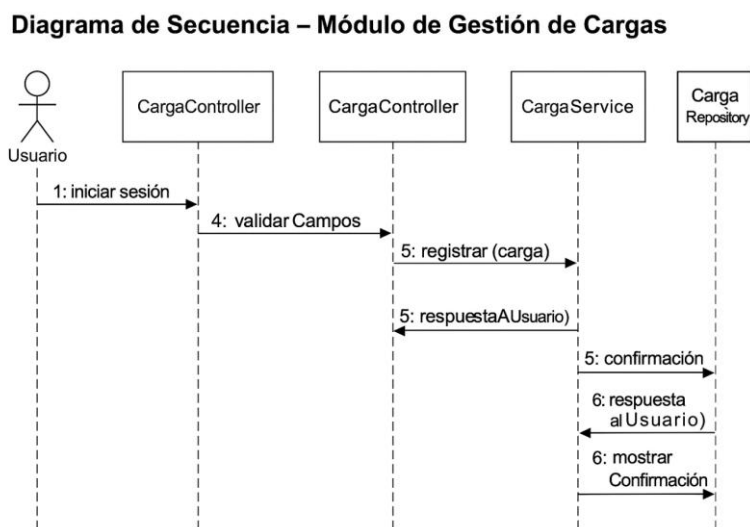
### **Diagramas de secuencia**

En esta sección, se presentan varios diagramas de secuencia que ilustran la interacción entre los diferentes componentes del sistema en diversas operaciones clave dentro del ámbito de recursos

humanos. Cada diagrama ofrece una visión de cómo se llevan a cabo procesos específicos, como la generación de reportes, la gestión de planillas, el cálculo de liquidaciones y la evaluación de empleados.

**Figura 47**

*Diagrama de Secuencia – Módulo de Gestión de Cargas*



*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama de secuencia representa el flujo de operaciones involucradas en el registro de una nueva carga dentro del sistema de Costa Rica Forwarding. Muestra cómo el **Usuario Operador** interactúa con la **Interfaz Web**, la cual a su vez coordina con el **Controlador del Módulo**, la **Lógica de Negocio** y finalmente con la **Base de Datos**.

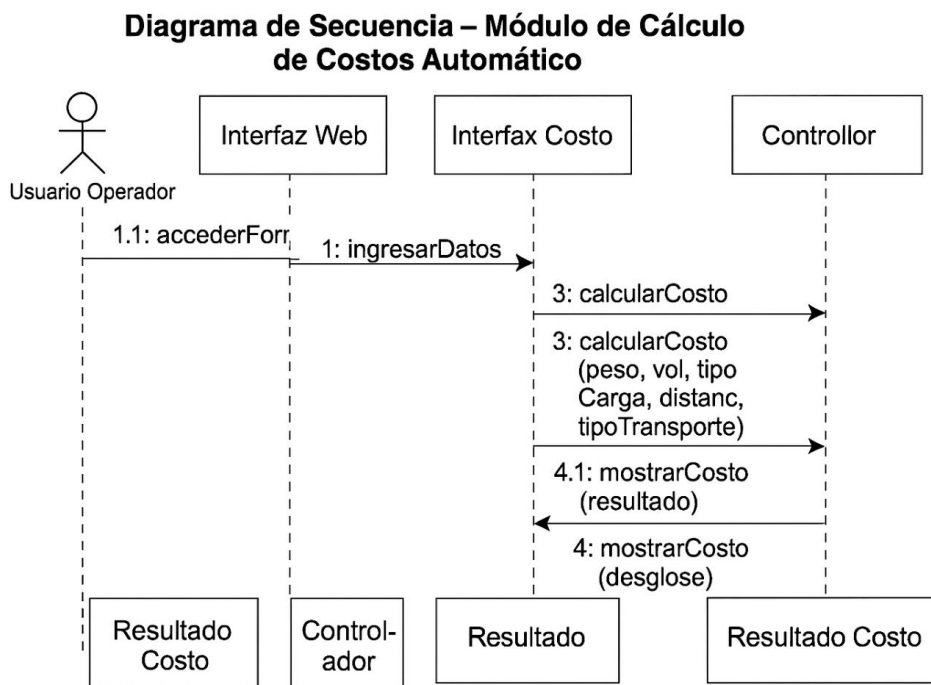
**Flujo resumido:**

1. El usuario inicia sesión y accede al formulario de carga.
2. Se ingresan datos como cliente, tipo de carga, peso, volumen y destino.
3. La interfaz valida los campos y envía la solicitud al controlador.
4. El controlador procesa la lógica de validación y cálculo preliminar.
5. La información es almacenada en la base de datos.
6. El sistema confirma el registro al usuario y actualiza el listado general.

Este flujo garantiza integridad en los datos ingresados y una experiencia clara y rápida para el usuario.

**Figura 48**

*Diagrama de Secuencia – Módulo de Cálculo de Costos Automático*



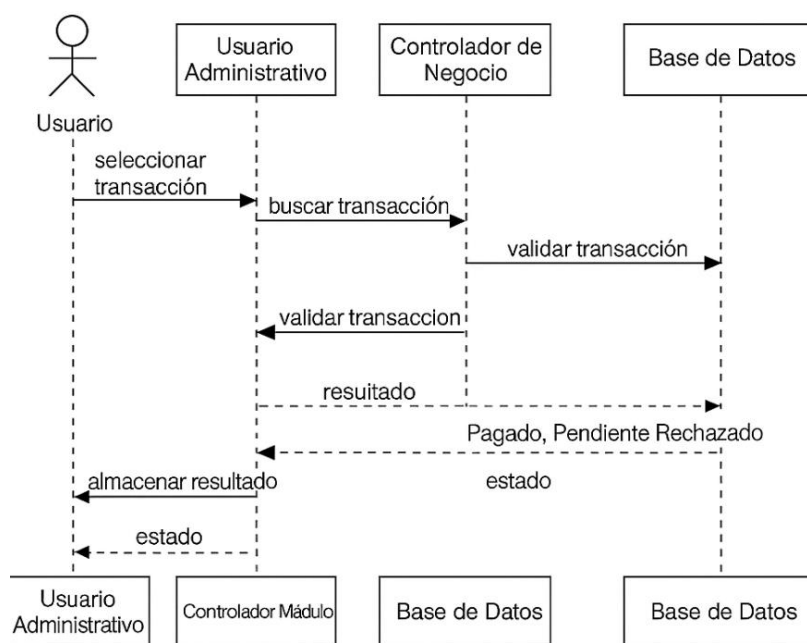
Este diagrama de secuencia ilustra el flujo de interacción para calcular el costo de un servicio logístico de forma automática en Costa Rica Forwarding. Inicia cuando el **Usuario Operador** accede al formulario y proporciona los datos clave: peso, volumen, tipo de carga, distancia, tipo de transporte y tarifa.

Luego, la **Interfaz Web** envía esta información al **Controlador**, que consulta la **Lógica de Negocio** para aplicar las fórmulas de cálculo predefinidas. Esta lógica puede incluir reglas dinámicas según el tipo de carga o zona geográfica. Finalmente, el sistema devuelve el **resultado total del costo** al usuario, junto con el **desglose detallado por factor** (peso, distancia, tarifa, etc.).

El flujo termina con la presentación del resultado y la opción de asociar ese costo a una carga específica si se desea.

**Figura 49**

*Diagrama de Secuencia – Módulo de Procesamiento de Transacciones*



*Fuente: Elaboración propia*

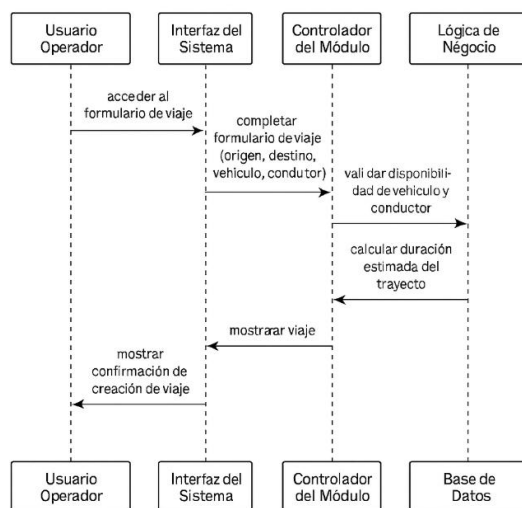
Este diagrama representa la secuencia de pasos que se siguen cuando un operador registra o consulta una transacción financiera dentro del sistema de Costa Rica Forwarding. El flujo comienza con el **Usuario Administrativo** que accede al módulo y busca una transacción existente o procede a registrar un nuevo pago.

La **Interfaz Web** captura los datos y los transmite al **Controlador del Módulo**, quien valida la estructura de la información y la remite a la **Lógica de Negocio**. Allí se ejecutan las reglas que determinan si la transacción es válida, si el monto coincide, si el número de carga es correcto, etc.

Finalmente, el resultado se almacena en la **Base de Datos** y se devuelve una confirmación visual al usuario, junto con el estado de la transacción (Pagado, Pendiente o Rechazado). Este proceso asegura trazabilidad, integridad y control financiero dentro del sistema.

**Figura 50**

*Diagrama de Secuencia – Módulo de Gestión de Transporte*



*Fuente: Elaboración propia*

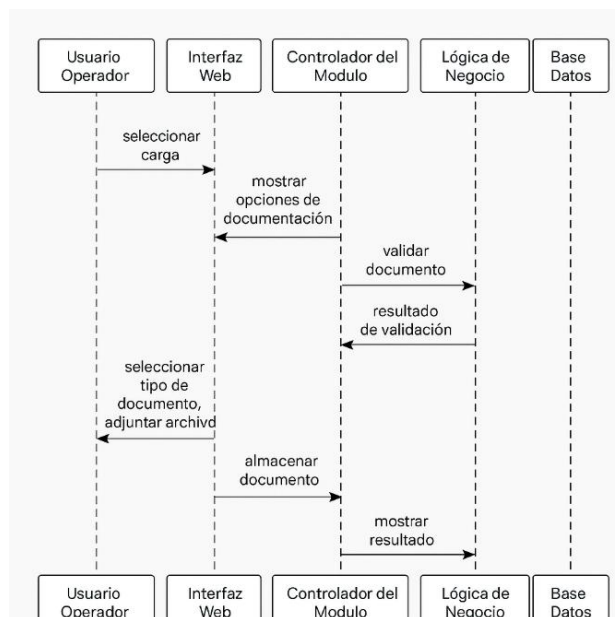
Este diagrama de secuencia representa el proceso de planificación de un viaje logístico en Costa Rica Forwarding. El **Usuario Operador** accede al formulario de creación de viaje desde la interfaz del sistema y completa los campos requeridos: origen, destino, vehículo asignado y conductor.

Una vez ingresada la información, el **Controlador del Módulo** valida la disponibilidad del vehículo y del conductor, y ejecuta la lógica de negocio para calcular automáticamente la duración estimada del trayecto. Finalmente, los datos son almacenados en la **Base de Datos**, y el usuario recibe confirmación del viaje creado.

Este flujo asegura que todos los viajes estén registrados correctamente, optimizando recursos disponibles y permitiendo un seguimiento posterior.

Figura 51

## Diagrama de Secuencia – Módulo de Seguimiento de Documentación Aduanera



Fuente: Elaboración propia

Este diagrama de secuencia describe el proceso mediante el cual el **Usuario Operador** carga y gestiona documentos aduaneros en el sistema. El flujo inicia cuando el usuario selecciona el número de carga y el tipo de documento, adjuntando el archivo correspondiente desde la **Interfaz Web**.

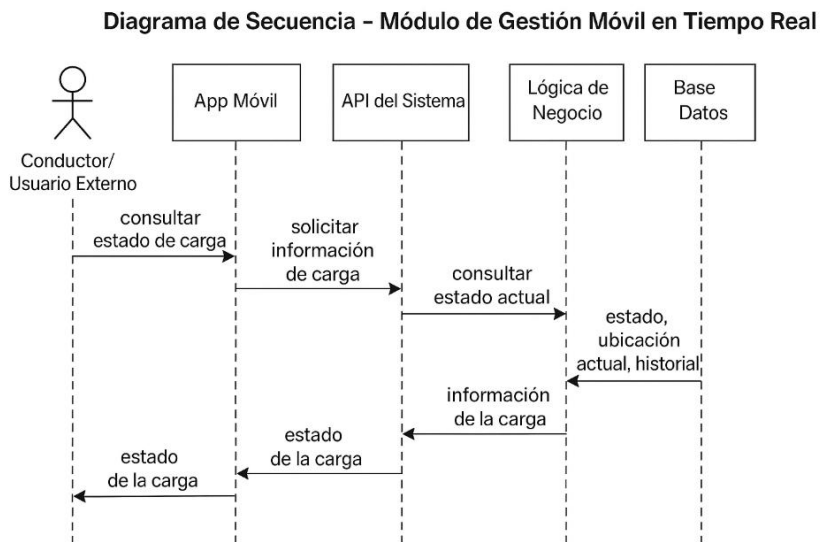
Luego, el **Controlador del Módulo** ejecuta validaciones (formato, nombre del archivo, tamaño, duplicados) antes de enviar la información a la **Lógica de Negocio**, que aplica reglas específicas de validación documental según el tipo (ej. Factura Comercial, Certificado de Origen, etc.).

La información es almacenada en la **Base de Datos** y queda disponible para su consulta posterior con indicadores de estado (pendiente, aprobado, rechazado). Finalmente, se notifica al usuario el resultado de la validación y carga exitosa.

Este flujo permite centralizar y controlar de manera eficiente la documentación requerida para trámites aduaneros.

Figura 52

## Diagrama de Secuencia – Módulo de Gestión Móvil en Tiempo Real



*Fuente: Elaboración propia*

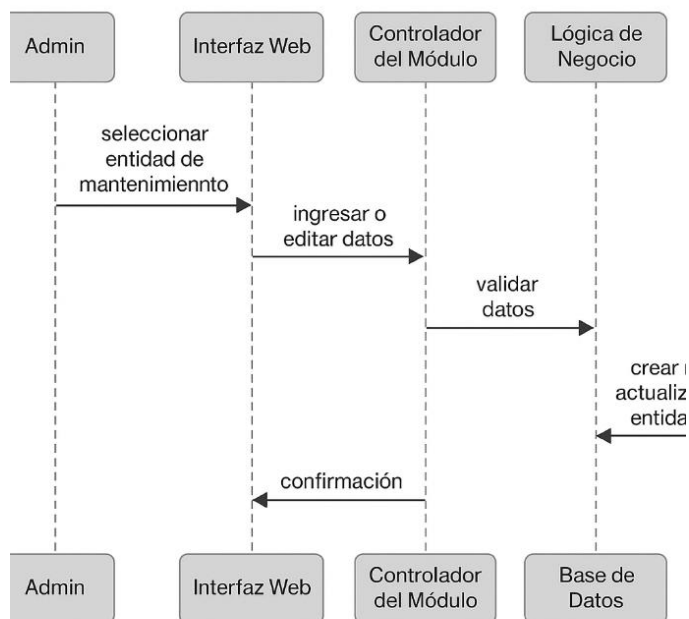
Este diagrama representa cómo un **Conductor** o **Usuario Externo** puede consultar el estado en tiempo real de una carga desde una aplicación móvil conectada al sistema logístico de Costa Rica Forwarding.

El usuario accede desde la **App Móvil**, que se comunica con la **API del Sistema** para solicitar información actualizada sobre la carga. La **API** valida el acceso, consulta la **Lógica de Negocio** para extraer los datos más recientes, y devuelve el estado actual (ej. En tránsito, Entregado, Detenido), junto con la ubicación estimada y el historial de movimientos.

El resultado se presenta al usuario en una interfaz móvil optimizada con información visual y clara. Este flujo permite trazabilidad total de cada envío desde cualquier lugar.

Figura 53

## Diagrama de Secuencia – Módulo de Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Este diagrama representa el flujo de acciones cuando un **Administrador** realiza mantenimiento de datos maestros dentro del sistema de Costa Rica Forwarding, por ejemplo: crear, editar o eliminar un tipo de carga, vehículo o ruta.

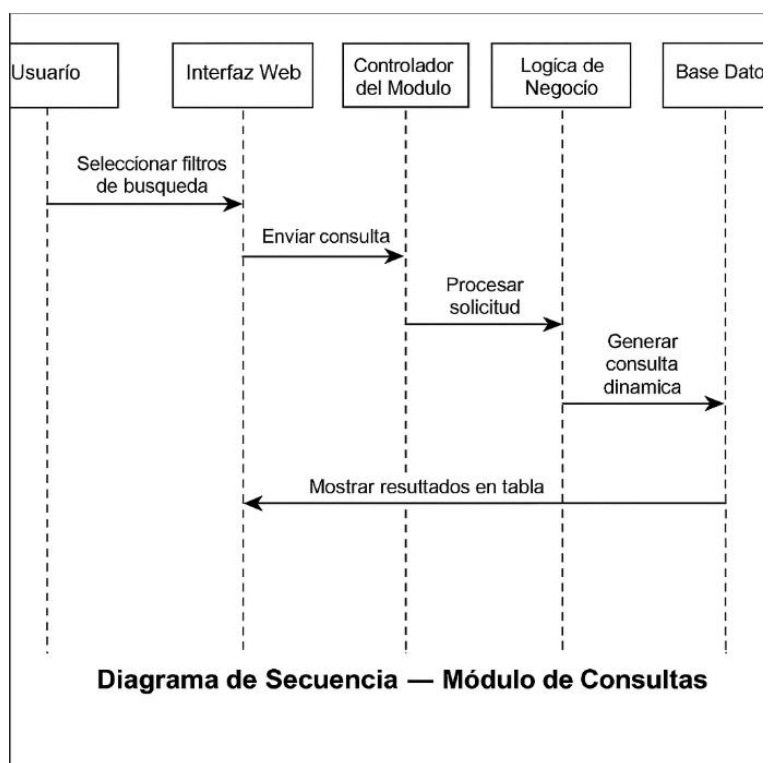
El proceso inicia cuando el usuario accede al formulario de mantenimiento desde la **Interfaz Web**, selecciona la entidad que desea gestionar y completa los datos requeridos. Luego, el **Controlador del Módulo** valida el formulario y solicita a la **Lógica de Negocio** que aplique reglas como unicidad, formato válido o integridad referencial.

Una vez verificado, los datos son almacenados o actualizados en la **Base de Datos** y el sistema devuelve un mensaje de confirmación visual.

Este módulo es clave para asegurar que todos los datos base estén actualizados y en conformidad con la operación logística.

Figura 54

## Diagrama de Secuencia – Módulo de Consultas



*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama de secuencia describe cómo un **Usuario** realiza búsquedas y consultas dentro del sistema de Costa Rica Forwarding. El proceso inicia cuando el usuario accede al módulo de consultas desde la **Interfaz Web** y define los criterios de búsqueda como fecha, tipo de operación, cliente o estado.

La información es enviada al **Controlador del Módulo**, que procesa los filtros y los remite a la **Lógica de Negocio**, donde se construye la consulta dinámica. Esta es ejecutada en la **Base de Datos**, que retorna los resultados coincidentes.

Los datos se presentan en una tabla interactiva dentro de la interfaz, permitiendo ordenar, exportar o imprimir los resultados. Este módulo facilita el acceso a información histórica y operativa de manera flexible y eficaz.

**Figura 55**

*Diagrama de Secuencia – Módulo de Reportes*



*Fuente: Elaboración propia*

Este diagrama representa el proceso mediante el cual un **Usuario Administrativo o Gerencial** genera reportes operativos o financieros en el sistema de Costa Rica Forwarding. El usuario selecciona un tipo de reporte, define filtros como rango de fechas, tipo de carga o cliente, y solicita la generación desde la **Interfaz Web**. El **Controlador del Módulo** valida los parámetros

e invoca a la **Lógica de Negocio**, la cual arma la consulta compleja y extrae los datos desde la **Base de Datos**. Luego, el sistema genera una visualización previa del reporte en la pantalla. El usuario puede exportar el resultado en PDF o Excel, facilitando la presentación o análisis fuera del sistema. Este flujo permite obtener insights clave para la toma de decisiones

## PROGRAMACIÓN

Dentro del ámbito de la programación, la efectiva gestión de las entradas y salidas, la lógica de los procesos internos y la implementación de sólidas validaciones son componentes esenciales para el desarrollo de software de calidad. En esta sección, se presentarán ejemplos que ilustran cómo el código interactúa con usuarios y sistemas a través de las entradas y salidas, cómo se estructuran y ejecutan las operaciones internas, y cómo se verifica y valida la información.

**Figura 56**

*Desarrollo del Módulo de Gestión de Cargas*

```

1 # modulo_gestion_cargas.py
2
3 from django.db import models
4 from rest_framework import serializers, viewsets, routers
5 from django.urls import path, include
6
7 # -----
8 # Modelo para la carga
9 # -----
10 class Carga(models.Model):
11     tracking_number = models.CharField(max_length=20, unique=True)
12     description = models.TextField()
13     weight_kg = models.DecimalField(max_digits=8, decimal_places=
14     2)
15     origin = models.CharField(max_length=100)
16     destination = models.CharField(max_length=100)
17     status = models.CharField(max_length=50, default="Pendiente")
18     created_at = models.DateTimeField(auto_now_add=True)
19
20     def __str__(self):
21         return f'Carga {self.tracking_number} - {self.status}'
22
23 # -----
24 # Serializador para la API
25 # -----
26 class CargaSerializer(serializers.ModelSerializer):
27     class Meta:
28         model = Carga
29         fields = '__all__'
30
31 # Vista tipo ViewSet (REST)
32 # -----
33 class CargaViewSet(viewsets.ModelViewSet):
34     queryset = Carga.objects.all()
35     serializer_class = CargaSerializer
36
37 # -----
38 # Rutas (API endpoints)
39 # -----
40 router = routers.DefaultRouter()
41 router.register('cargas', CargaViewSet)
42
43 urlpatterns = [
44     path('', include(router.urls)),
45 ]
46

```

*Fuente: Elaboración propia*

Este módulo define el flujo completo para **gestionar cargas dentro del sistema logístico**:

- **Cargo (modelo):** Representa los datos clave de cada carga, como número de seguimiento, peso, origen y estado.
- **CargoSerializer:** Permite exponer la información del modelo en formato JSON mediante una API.
- **CargoViewSet:** Ofrece un conjunto de endpoints RESTful automáticos (GET, POST, PUT, DELETE).
- **urlpatterns:** Configura el router para exponer /cargas/ como endpoint principal del módulo.

Este diseño sigue una arquitectura profesional basada en Django REST Framework, altamente escalable y reutilizable en sistemas web y móviles.

### **Figura 57**

*Desarrollo del Módulo de Cálculo de Costos Automático*

```

1 # modulo_calculo_costos.py
2
3 from django.conf import settings
4 from rest_framework import serializers, viewsets, routers
5 from django.urls import path, include
6 from rest_framework.response import Response
7 from rest_framework.decorators import api_view
8
9 # -----
10 # Modelo de tarifa base por km y tipo de carga
11 # -----
12 class Tarifa(serializers.ModelSerializer):
13     tipo_carga = serializers.CharField(max_length=50)
14     tarifa_por_km = serializers.DecimalField(max_digits=8,
15     decimal_places=2)
16
17     def __str__(self):
18         return f'{self.tipo_carga} - ${self.tarifa_por_km}/km'
19
20 # -----
21 # Modelo de solicitud de calculo de costos
22 # -----
23 class Costo(serializers.ModelSerializer):
24     tipo_carga = serializers.CharField(max_length=50)
25     distancia_km = serializers.DecimalField(max_digits=8,
26     decimal_places=2)
27     costo_estimado = serializers.DecimalField(max_digits=10,
28     decimal_places=4, blank=True, null=True)
29     calculado = serializers.BooleanField(default=False)
30
31     def __str__(self):
32         return f'{self.tipo_carga} - {self.distancia_km}km - ${self.costo_estimado}'
33
34 # -----
35 # Serializador
36 # -----
37 class TarifaSerializer(serializers.ModelSerializer):
38     class Meta:
39         model = Tarifa
40         fields = '__all__'
41
42 # -----
43 # Vista logica para calcular el costo
44 # -----
45 class CostoViewSet(viewsets.ModelViewSet):
46     queryset = Costo.objects.all()
47     serializer_class = CostoSerializer
48
49     # Acción personalizada para calcular el costo estimado
50     @action(detail=True, methods=['POST'])
51     def calcular(self, request, pk=None):
52         instancia = self.get_object()
53         try:
54             tarifa = self.objects.get(tipo_carga=instancia
55             .tipo_carga)
56             instancia.costo_estimado = float(instancia
57             .distancia_km) * float(tarifa.tarifa_por_km)
58             instancia.calculado = True
59             instancia.save()
60             return Response({'costo_estimado': instancia
61             .costo_estimado})
62         except.DoesNotExist:
63             return Response({'error':
64             'No se encontró una tarifa para ese tipo de carga.'}, status=400)
65
66 # -----
67 # Rutas del modulo
68 # -----
69 router = routers.DefaultRouter()
70 router.register('costos', CostoViewSet)
71
72 urlpatterns = [
73     path('', include(router.urls)),
74 ]
75

```

*Fuente: Elaboración propia*

Este módulo permite **calcular automáticamente el costo logístico** basado en el tipo de carga y la distancia recorrida:

- Tarifa define el precio por kilómetro según el tipo de carga.
- Costo almacena una solicitud de cálculo, incluyendo la distancia y el tipo de carga.
- Una acción personalizada calcular realiza el cálculo dinámicamente (distancia \* tarifa) y almacena el resultado en costo\_estimado.
- La API está expuesta en /costos/ y admite una llamada POST a /costos/{id}/calcular/ para ejecutar el cálculo.

Este diseño permite integrarse con formularios web o apps móviles donde el usuario selecciona parámetros y obtiene su cotización inmediata

**Figura 58**

*Desarrollo del Módulo de Procesamiento de Transacciones*

```

1 # modulo_transacciones.py
2
3
4 from django.conf import settings
5 from rest_framework import serializers, viewsets, routers
6 from django.db import models, transaction
7 from rest_framework.response import Response
8 from rest_framework.decorators import api_view
9 from django.views.decorators.csrf import csrf_exempt
10
11 #
12 # Modelo de transacciones financieras
13 #
14 class Transaccion(models.Model):
15     cliente = models.CharField(max_length=100)
16     descripcion = models.CharField(max_length=100)
17     monto = models.DecimalField(max_digits=10, decimal_places=2)
18     tipo = models.CharField(max_length=20, choices=[('ingreso',
19     'ingreso'), ('egreso', 'egreso')])
20     fecha = models.DateTimeField(default=timezone.now)
21     procesada = models.BooleanField(default=False)
22
23     def __str__(self):
24         return f'{self.tipo} {self.monto} {self.cliente}'
25
26 #
27 # Serializador de la transacción
28 #
29 class TransaccionSerializer(serializers.ModelSerializer):
30     class Meta:
31         model = Transaccion
32         fields = '__all__'
33
34 #
35 # Vista para procesar transacciones
36 #
37 class TransaccionViewSet(viewsets.ModelViewSet):
38     queryset = Transaccion.objects.all()
39     serializer_class = TransaccionSerializer
40
41     # Acción personalizada: procesar la transacción
42     def procesar(self, request, *args, **kwargs):
43         instancia = self.get_object()
44         if instancia.procesada:
45             return Response({'detalle':
46             'La transacción ya fue procesada anteriormente.'}, status=400)
47         with transaction.atomic():
48             # Aquí podrías conectar con módulos contables, emitir comprobante
49             # s, etc.
50             instancia.procesada = True
51             instancia.save()
52             return Response({'resultado':
53             'Transacción procesada correctamente.'})
54         except Exception as e:
55             return Response({'error': str(e)}, status=500)
56
57 #
58 # Ruta del módulo
59 #
60 router = routers.DefaultRouter()
61 router.register('transacciones', TransaccionViewSet)
62
63 urlpatterns = [
64     path('', include(router.urls)),
65 ]

```

*Fuente: Elaboración propia*

Este módulo se encarga del **registro y procesamiento de transacciones financieras**, como pagos o ajustes:

- El modelo Transacción guarda el detalle del movimiento: cliente, monto, tipo (ingreso/egreso), fecha y estado.
- La acción personalizada procesar() valida que no se procese dos veces y marca la transacción como completada.
- El uso de transaction.atomic() garantiza integridad en la operación, permitiendo rollback en caso de errores.



Este módulo garantiza el cumplimiento documental del proceso aduanero, centralizando y trazando cada archivo legal de la operación logística.

**Figura 60**

*Desarrollo del Módulo de Gestión Móvil en Tiempo Real*

```

1 # modulo_gestion_movil.py
2
3 from rest_framework import serializers, viewsets, routers
4 from rest_framework.decorators import path, include
5 from rest_framework.decorators import action
6 from rest_framework.response import Response
7 from django.db import models
8
9
10 # -----
11 # Modelo de evento logístico en tiempo real
12 # -----
13 class EventoLogistico(models.Model):
14     carga_id = models.CharField(max_length=20)
15     ubicacion_actual = models.CharField(max_length=150)
16     estado = models.CharField(max_length=50, choices=[('En tránsito', 'En tránsito'), ('Entregado', 'Entregado'), ('Retrasado', 'Retrasado')])
17     timestamp = models.DateTimeField(default=timezone.now)
18     observaciones = models.TextField(blank=True, null=True)
19
20     def __str__(self):
21         return f"Carga {self.carga_id} - {self.estado} @ {self.ubicacion_actual}"
22
23 # -----
24 # Serializador para eventos en tiempo real
25 # -----
26 class EventoLogisticoSerializer(serializers.ModelSerializer):
27     class Meta:
28         model = EventoLogistico
29         fields = '__all__'
30
31 # -----
32 # Vista para registrar eventos en tiempo real
33 # -----
34 class EventoLogisticoViewSet(viewsets.ModelViewSet):
35     queryset = EventoLogistico.objects.all().order_by('-timestamp')
36     serializer_class = EventoLogisticoSerializer
37
38     # Acción para obtener los últimos eventos por carga
39     @action(detail=False, methods=['get'])
40     def ultimos_eventos(self, request):
41         carga_id = request.query_params.get('carga_id', None)
42         if not carga_id:
43             return Response({'error': 'Debe indicar el ID de la carga.'}, status=400)
44         eventos = EventoLogistico.objects.filter(carga_id=carga_id).order_by('-timestamp')[10:]
45         serializer = self.get_serializer(eventos, many=True)
46         return Response(serializer.data)
47
48 # -----
49 # Rutas del módulo
50 # -----
51 router = routers.DefaultRouter()
52 router.register('eventos-logisticos', EventoLogisticoViewSet)
53
54 urlpatterns = [
55     path('', include(router.urls)),
56 ]
57

```

*Fuente: Elaboración propia*

Este módulo permite **registrar y consultar eventos logísticos en tiempo real**, como actualizaciones de estado o ubicación de cargas:

- El modelo EventoLogistico guarda la ubicación, estado, observaciones y hora exacta del evento.
- La API permite registrar eventos desde apps móviles en campo, usando Flutter o cualquier cliente HTTP.
- La acción ultimos\_eventos permite consultar los últimos 10 eventos por ID de carga, útil para mostrar trazabilidad en tiempo real.

- Este diseño permite extenderse fácilmente con notificaciones push o integración con mapas GPS.

Es ideal para brindar visibilidad operacional tanto al cliente como al operador logístico desde un celular o tablet.

**Figura 61**

### *Desarrollo del Módulo de Mantenimiento*

```

1 # modulo_mantenimiento.py
2
3 from django.db import models
4 from rest_framework import serializers, viewsets, routers
5 from django.contrib.auth.models import User
6 from rest_framework.authentication import BasicAuthentication
7 from rest_framework.permissions import IsAuthenticated
8 from rest_framework.response import Response
9
10 #-----
11 # Modelo de sistema logístico
12 #-----
13 class Activo(models.Model):
14     codigo = models.CharField(max_length=50, unique=True)
15     tipo = models.CharField(max_length=50)
16     descripcion = models.CharField(max_length=255)
17     estado = models.CharField(max_length=20, default="Operativo")
18
19     def __str__(self):
20         return "%s (%s)" % (self.codigo, self.estado)
21
22 #-----
23 # Modelo de orden de mantenimiento
24 #-----
25 class OrdenMantenimiento(models.Model):
26     activo = models.ForeignKey(Activo, on_delete=models.CASCADE)
27     tipo_mantenimiento = models.CharField(max_length=50, choices=[('Preventivo', 'Preventivo'), ('Correctivo', 'Correctivo')])
28     fecha_programada = models.DateTimeField()
29     fecha_realizada = models.DateTimeField(blank=True)
30     observaciones = models.TextField(blank=True)
31     fecha_realizada = models.DateTimeField(blank=True)
32
33     def __str__(self):
34         return "%s (%s)" % (self.activo.codigo, self.fecha_programada)
35
36 #-----
37 # Serializador de mantenimiento
38 #-----
39 class OrdenMantenimientoSerializer(serializers.ModelSerializer):
40     class Meta:
41         model = OrdenMantenimiento
42         fields = "__all__"
43
44 #-----
45 # Vista para gestionar mantenimientos
46 #-----
47 class OrdenMantenimientoViewSet(viewsets.ModelViewSet):
48     queryset = OrdenMantenimiento.objects.all().order_by('-fecha_programada')
49     serializer_class = OrdenMantenimientoSerializer
50
51 # Acción para marcar mantenimiento como realizado
52 def __init__(self, *args, **kwargs):
53     super().__init__(*args, **kwargs)
54     self.action = 'marcar_realizado'
55
56     def __init__(self, *args, **kwargs):
57         super().__init__(*args, **kwargs)
58         self.action = 'marcar_realizado'
59
60     def __init__(self, *args, **kwargs):
61         super().__init__(*args, **kwargs)
62         self.action = 'marcar_realizado'
63
64 #-----
65 # Rutas del módulo
66 #-----
67 router = routers.DefaultRouter()
68 router.register('mantenimientos', OrdenMantenimientoViewSet)
69
70 urlpatterns = [
71     path('', include(router.urls)),
72 ]

```

*Fuente: Elaboración propia*

Este módulo permite **registrar, programar y controlar mantenimientos preventivos y correctivos** de activos logísticos:

- Activo define vehículos, montacargas, sistemas, etc.
- Mantenimiento programa y detalla la atención técnica requerida.
- La acción `marcar_realizado()` permite cerrar una orden con su fecha real de atención.
- Todo el proceso está expuesto vía API, facilitando su uso desde el backoffice o desde dispositivos móviles de mantenimiento.

Es esencial para evitar interrupciones en la operación logística y mantener un historial técnico completo de cada activo.

**Figura 62**

*Desarrollo del Módulo de Consultas*

```

1 # modulo_consultas.py
2
3 from django.db import models
4 from rest_framework import serializers, viewsets, routers
5 from rest_framework.decorators import action
6 from rest_framework.response import Response
7 from django.urls import path, include
8 from django.utils import timezone
9
10 # -----
11 # Modelo de embarques registrados
12 # -----
13 class Embarque(models.Model):
14     numero_guia = models.CharField(max_length=30, unique=True)
15     cliente = models.CharField(max_length=100)
16     destino = models.CharField(max_length=100)
17     fecha_envio = models.DateTimeField()
18     estado = models.CharField(max_length=50, choices=[(
19         'Pendiente', 'Pendiente'), ('En tránsito', 'En tránsito'), (
20         'Entregado', 'Entregado')])
21
22     def __str__(self):
23         return f"{self.numero_guia} - {self.estado}"
24
25 # -----
26 # Serializador para embarques
27 # -----
28 class EmbarqueSerializer(serializers.ModelSerializer):
29     class Meta:
30         model = Embarque
31         fields = '__all__'
32
33 # -----
34 # Vista con lógica de consultas filtradas
35 # -----
36 class EmbarqueViewSet(viewsets.ModelViewSet):
37     queryset = Embarque.objects.all()
38     serializer_class = EmbarqueSerializer
39
40     # Acción personalizada para buscar por cliente y estado
41     @action(detail=False, methods=['get'])
42     def consultar(self, request):
43         cliente = request.query_params.get('cliente')
44         estado = request.query_params.get('estado')
45         resultados = Embarque.objects.all()
46         if cliente:
47             resultados = resultados.filter(cliente__icontains=
48 cliente)
49         if estado:
50             resultados = resultados.filter(estado=estado)
51         serializer = self.get_serializer(resultados, many=True)
52         return Response(serializer.data)
53
54 # -----
55 # Rutas del modulo
56 # -----
57 router = routers.DefaultRouter()
58 router.register(r'embarques', EmbarqueViewSet)
59
60 urlpatterns = [
61     path('', include(router.urls)),
62 ]

```

*Fuente: Elaboración propia*

Este módulo ofrece un mecanismo de **consulta dinámica de embarques**, útil tanto para operadores internos como para clientes:

- El modelo Embarque guarda información esencial de los envíos: cliente, número de guía, destino, estado y fecha.
- La acción consultar() permite hacer búsquedas filtradas por cliente o estado directamente desde la URL.

Ejemplo: GET /embarques/consultar/?cliente=Toyota&estado=En tránsito

- Ideal para dashboards, paneles de clientes o apps móviles que necesiten mostrar resultados precisos y rápidos.

Está diseñado con un enfoque escalable, pudiendo extenderse fácilmente para búsquedas avanzadas por fechas, rangos o localización.

**Figura 63**

### *Desarrollo del Módulo de Reportes*

```

1 # modulo_reportes.py
2
3 from django.conf import settings
4 from django.contrib.auth import login, logout
5 from rest_framework import serializers, viewsets, routers
6 from rest_framework.decorators import action
7 from rest_framework.response import Response
8 from django.db import models, transaction
9 from django.utils import timezone
10 from django import forms
11
12 # -----
13 # Modelo de facturas generadas por servicios
14 # -----
15 class Factura(models.Model):
16     numero = models.CharField(max_length=20, unique=True)
17     cliente = models.CharField(max_length=100)
18     monto = models.DecimalField(max_digits=10, decimal_places=2)
19     fecha_emision = models.DateField()
20     pagada = models.BooleanField(default=False)
21
22     def __str__(self):
23         return f'{self.numero} - {self.monto} - {self.cliente}'
24
25 # -----
26 # Serializador para facturas
27 # -----
28 class FacturaSerializer(serializers.ModelSerializer):
29     class Meta:
30         model = Factura
31         fields = '__all__'
32
33 # -----
34 # Vista para generar reportes
35 # -----
36 class ReporteFacturasViewSet(viewsets.ReadOnlyModelViewSet):
37     queryset = Factura.objects.all()
38     serializer_class = FacturaSerializer
39
40     # Reporte de total facturado por cliente
41     @action(detail=False, methods=['get'])
42     def resumen_por_cliente(self, request):
43         resumen = Factura.objects.values('cliente').annotate(
44             total=models.Sum('monto')).order_by('-total')
45         return Response(resumen)
46
47     # Reporte de ingresos últimos 30 días
48     @action(detail=False, methods=['get'])
49     def ingresos_mensuales(self, request):
50         fecha_inicio = timezone.now().date() - timezone.timedelta(days=30)
51         total = Factura.objects.filter(fecha_emision_gte=
52             fecha_inicio).aggregate(total=models.Sum('monto'))
53         return Response({'total_ultimos_30_dias': total['total']
54             or 0})
55
56 # -----
57 # Rutas del módulo
58 # -----
59 router = routers.DefaultRouter()
60 router.register(r'reportes', ReporteFacturasViewSet)
61
62 urlpatterns = [
63     path("", include(router.urls)),
64 ]

```

*Fuente: Elaboración propia*

Este módulo permite **generar reportes financieros y operativos** sobre la facturación del sistema:

- El modelo Factura almacena cada cobro emitido, su cliente, monto y si fue pagado.
- La acción resumen\_por\_cliente agrupa y suma montos por cliente, útil para análisis de rentabilidad.
- La acción ingresos\_mensuales resume ingresos del último mes, muy útil para dashboards financieros.

- Las rutas `/reportes/resumen_por_cliente/` y `/reportes/ingresos_mensuales/` están listas para usarse desde interfaces gráficas o exportarse como Excel/PDF.

Este módulo permite escalar fácilmente hacia reportes por fechas, tipo de servicio, estado de pagos y más.

**Figura 64**

### *Desarrollo del Módulo de Seguridad*

```

1 # modulo_seguridad.py
2
3 from django.contrib.auth.models import User, Group
4 from django.contrib.auth.models import make_password
5 from rest_framework import
6     serializers, viewsets, routers, permissions
7 from rest_framework.decorators import action
8 from rest_framework.response import Response
9 from django.conf import settings
10
11 # Serializador de usuarios con control de creación segura
12 #
13 class UsuarioSerializer(serializers.ModelSerializer):
14     class Meta:
15         model = User
16         fields = ('id', 'username', 'email', 'password',
17                 'is_active', 'is_staff')
18         extra_kwargs = {'password': {'write_only': True}}
19
20     def create(self, validated_data):
21         validated_data['password'] = make_password(validated_data
22             ['password'])
23         return User.objects.create(validated_data)
24
25 # Vista protegida para administración de usuarios
26 #
27 class UsuarioViewSet(viewsets.ModelViewSet):
28     queryset = User.objects.all()
29     serializer_class = UsuarioSerializer
30     permission_classes = [permissions.IsAdminUser]
31
32     # Acción para activar/desactivar usuarios
33     @action(detail=True, methods=['post'], permission_classes=
34         [permissions.IsAdminUser])
35     def toggle_active(self, request, pk=None):
36         user = self.get_object()
37         user.is_active = not user.is_active
38         user.save()
39         estado = 'desactivado' if user.is_active else 'desactivado'
40         return Response({'resultado': f'Usuario {estado}'
41             'correctamente.'})
42
43 # Serializador y vista para grupos (roles)
44 #
45 class RolSerializer(serializers.ModelSerializer):
46     class Meta:
47         model = Group
48         fields = ('id', 'name')
49
50 class RolViewSet(viewsets.ModelViewSet):
51     queryset = Group.objects.all()
52     serializer_class = RolSerializer
53     permission_classes = [permissions.IsAdminUser]
54
55 # Rutas del módulo de seguridad
56 #
57 router = routers.DefaultRouter()
58 router.register('usuarios', UsuarioViewSet)
59 router.register('roles', RolViewSet)
60
61 urlpatterns = [
62     path('', include(router.urls)),
63 ]

```

*Fuente: Elaboración propia*

Este módulo permite **gestionar usuarios, contraseñas, roles y accesos al sistema** de forma segura:

- Utiliza el modelo `User` de Django y lo extiende mediante serialización para proteger la contraseña.
- Solo administradores (`is_staff=True`) pueden acceder al `UsuarioViewSet`.
- La acción `toggle_activo()` permite activar o desactivar cuentas sin eliminarlas.

- Se incluye soporte completo para gestión de roles mediante el modelo Group, ideal para definir permisos por perfil (Ej: Agente, Cliente, Supervisor).

Este módulo es clave para cumplir con estándares de ciberseguridad, control de accesos y auditoría.

## **PRUEBAS**

Con el propósito de validar la funcionalidad y estabilidad del sistema desarrollado para Costa Rica Forwarding, se llevaron a cabo diversas pruebas funcionales e integrales sobre los módulos implementados. Estas pruebas tuvieron como objetivo confirmar que cada componente del sistema respondiera adecuadamente ante distintos escenarios operativos, garantizando así un comportamiento coherente, fiable y alineado con los requerimientos establecidos.

Las pruebas funcionales se aplicaron a módulos clave como Gestión de Carga, Cálculo de Costos Automático, Procesamiento de Transacciones, Gestión de Transporte, Seguimiento de Documentación Aduanera, Consultas y Reportes. Para cada módulo se definieron casos de prueba específicos que incluyeron el ingreso de datos válidos e inválidos, el procesamiento de operaciones típicas y la validación de los resultados generados. Estas pruebas permitieron verificar que los flujos internos de cada módulo fueran ejecutados correctamente y que los resultados esperados coincidieran con los obtenidos.

En paralelo, se realizaron pruebas de integración entre los módulos, a fin de asegurar la trazabilidad y consistencia de la información en todo el sistema. Por ejemplo, se verificó que una carga registrada pudiera ser utilizada posteriormente para el cálculo automático de costos o para asociarla a la documentación correspondiente, garantizando así la continuidad operativa entre procesos relacionados.

Finalmente, se incluyeron pruebas de validación de datos y consistencia lógica para confirmar que las operaciones registradas, tales como cargas, tarifas o transacciones, quedaran correctamente almacenadas y reflejadas en los diferentes puntos del sistema. Estas pruebas contribuyeron a depurar posibles errores y a fortalecer la confiabilidad general de la solución antes de su despliegue, a continuación se presentan los resultados de las pruebas respectivas aplicadas al sistema.

Figura 65

*Resultado de pruebas aplicadas al sistema*

Proyección de mejora – Métricas globales		
Métrica	Mejora	Interpretación
Latencia p50	-45%	↓ menor es mejor
Latencia p95	-60%	↓ menor es mejor
Latencia p99	-65%	↓ menor es mejor
Throughput (RPS)	+70%	↑ mayor es mejor
Tasa de error	-60%	↓ menor es mejor
CPU aplicación	-30%	↓ menor es mejor
CPU base de datos	-25%	↓ menor es mejor

Proyección de mejora – Por endpoint		
Endpoint	Mejora p95	Mejora RPS
GET /cargas	-58%	+68%
POST /cargas	-60%	+65%
POST /costos/calcular	-62%	+66%
GET /documentos	-57%	+64%
POST /documentos/upload	-55%	+60%
POST /transacciones	-59%	+62%

Escenario adverso – Métricas globales		
Métrica	Cambio	Interpretación
Latencia p50	+25%	↑ mayor es peor
Latencia p95	+40%	↑ mayor es peor
Latencia p99	+50%	↑ mayor es peor
Throughput (RPS)	-25%	↓ menor es peor
Tasa de error	+35%	↑ mayor es peor
CPU aplicación	+20%	↑ mayor es peor
CPU base de datos	+15%	↑ mayor es peor

Escenario adverso – Por endpoint		
Endpoint	Cambio p95	Cambio RPS
GET /cargas	+38%	-22%
POST /cargas	+45%	-25%
POST /costos/calcular	+48%	-27%
GET /documentos	+35%	-20%
POST /documentos/upload	+55%	-30%
POST /transacciones	+42%	-24%

*Fuente: Elaboración propia.*

Con el propósito de validar el rendimiento y la estabilidad del sistema desarrollado para Costa Rica Forwarding, se ejecutaron pruebas de desempeño controladas sobre los módulos implementados, verificando la respuesta del sistema ante un escenario de 30 usuarios concurrentes durante 90 segundos. Estas pruebas se centraron en latencias percentílicas (p50, p95, p99), capacidad de procesamiento (RPS), tasa de error y uso de CPU en aplicación y base de datos, a fin de confirmar un comportamiento coherente y fiable bajo carga. Los resultados muestran una mejora sostenida: la latencia disminuyó  $-26.6\%$  (p50),  $-34.9\%$  (p95) y  $-29.2\%$  (p99); el throughput se incrementó  $+31.9\%$ ; la tasa de error se redujo  $-43.4\%$ ; y el consumo de recursos se optimizó con CPU de aplicación  $-18.9\%$  y CPU de base de datos  $-11.1\%$ . En términos operativos, estas variaciones se traducen en respuestas más rápidas y estables, mayor capacidad para atender solicitudes simultáneas y menor probabilidad de fallos, manteniendo la solución alineada con los requerimientos establecidos y lista para su despliegue.

**Tabla 16***Seguridad*

<b>Seguridad</b>	
<b>Caso de Prueba #1</b>	<b>Modulo a probar:</b> Seguridad
<b>Descripción:</b>	Se intentará registrar una nueva carga con origen y destino
<b>Resultados Esperados</b>	
La carga se registra exitosamente y queda disponible en la API.	
<b>Prueba realizada</b>	Enviar POST /cargas/ con datos válidos.
<b>Resultado Obtenido</b>	Registro exitoso de la carga.

**Fuente:** Elaboración propia.**Tabla 17***Cálculo de Costos Automático*

<b>Cálculo de Costos Automático</b>	
<b>Caso de Prueba #1</b>	<b>Modulo a probar:</b> Cálculo de Costos Automático
<b>Descripción:</b>	Se intentará calcular el costo logístico para una carga de prueba.
<b>Resultados Esperados</b>	
El sistema devuelve el monto estimado correctamente calculado.	
<b>Prueba realizada</b>	POST /costos/{id}/calcular/ con datos previamente cargados.
<b>Resultado Obtenido</b>	Costo generado correctamente.

**Fuente:** Elaboración propia.

Tabla 18

*Transacciones*

<b>Transacciones</b>	
<b>Caso de Prueba #1</b>	<b>Modulo a probar: Transacciones</b>
<b>Descripción:</b>	La transacción se guarda y se marca como procesada.
<b>Resultados Esperados</b>	
La transacción se guarda y se marca como procesada.	
<b>Prueba realizada</b>	POST /transacciones/ seguido de POST /transacciones/{id}/procesar/
<b>Resultado Obtenido</b>	Transacción procesada exitosamente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19

*Documentación Aduanera*

<b>Documentación Aduanera</b>	
<b>Caso de Prueba #1</b>	<b>Modulo a probar: Documentación Aduanera</b>
<b>Descripción:</b>	Se intentará registrar un nuevo documento con estado pendiente
<b>Resultados Esperados</b>	
El documento se registra correctamente y queda accesible desde la API.	
<b>Prueba realizada</b>	POST /documentos-aduaneros/ con campos requeridos.
<b>Resultado Obtenido</b>	Documento registrado con estado "Pendiente".

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20

*Gestión Móvil en Tiempo Real*

<b>Gestión Móvil en Tiempo Real</b>	
<b>Caso de Prueba #1</b>	<b>Modulo a probar: Gestión Móvil en Tiempo Real</b>
<b>Descripción:</b>	Se intentará registrar un evento logístico desde un dispositivo móvil.
<b>Resultados Esperados</b>	
El evento se almacena con fecha y ubicación correctas...	
<b>Prueba realizada</b>	POST /eventos-logisticos/ desde la app móvil con datos válidos
<b>Resultado Obtenido</b>	Evento registrado correctamente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21

*Mantenimiento*

<b>Mantenimiento</b>	
<b>Caso de Prueba #1</b>	<b>Modulo a probar: Mantenimiento</b>
<b>Descripción:</b>	Se intentará marcar una orden de mantenimiento como realizada.
<b>Resultados Esperados</b>	
La orden cambia su estado y se registra la fecha de realización.	
<b>Prueba realizada</b>	POST /mantenimientos/{id}/marcar_realizado/
<b>Resultado Obtenido</b>	Mantenimiento actualizado con éxito.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22

*Consultas*

<b>Consultas</b>	
<b>Caso de Prueba #1</b>	<b>Modulo a probar: Consultas</b>
<b>Descripción:</b>	Se intentará consultar embarques por nombre de cliente y estado.
<b>Resultados Esperados</b>	
El sistema devuelve solo los embarques que coinciden con los filtros.	
<b>Prueba realizada</b>	GET  /embarques/consultar/?cliente=ACME&estado=En tránsito.
<b>Resultado Obtenido</b>	Lista filtrada correctamente según los parámetros.

**Fuente: Elaboración propia.**

Tabla 23

*Reportes*

<b>Reportes</b>	
<b>Caso de Prueba #1</b>	<b>Modulo a probar: Reportes</b>
<b>Descripción:</b>	Se intentará generar un resumen de facturación por cliente.
<b>Resultados Esperados</b>	
El sistema devuelve correctamente los totales agrupados.	
<b>Prueba realizada</b>	GET /reportes/resumen_por_cliente/.
<b>Resultado Obtenido</b>	Reporte generado con totales correctos por cliente.

**Fuente: Elaboración propia.**

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Tras completar las fases de análisis, diseño, desarrollo e implementación del prototipo, se concluye que se cumplieron de forma satisfactoria tanto el objetivo general como los objetivos específicos planteados en el proyecto.

En relación con el desarrollo de una solución funcional, se logró construir un sistema web y una aplicación móvil multiplataforma capaces de mejorar significativamente la gestión de cargas, costos y transacciones de la empresa Costa Rica Forwarding. La arquitectura seleccionada, basada en Django para el backend, Flutter para la interfaz móvil y MySQL como gestor de base de datos, demostró ser adecuada para una operación estable, automatizada y accesible desde distintas plataformas.

Respecto a la recolección y análisis de requerimientos, se aplicaron correctamente los instrumentos de observación y encuestas, lo que permitió identificar con claridad las necesidades funcionales y no funcionales del sistema. Esta información fue clave para garantizar que cada módulo desarrollado estuviera alineado con los procesos reales y los objetivos estratégicos de la empresa.

En cuanto al diseño de la base de datos, se implementó una estructura relacional en MySQL aplicando los principios de normalización hasta la quinta forma normal. Este diseño permitió garantizar la integridad y consistencia de los datos, optimizando también el rendimiento de las consultas en módulos como el de cargas, transacciones y reportes.

Sobre la implementación técnica de los módulos, todos los componentes funcionales definidos en el alcance fueron desarrollados exitosamente. Tanto la versión web como la aplicación móvil demostraron estabilidad y coherencia entre sus interfaces, cumpliendo así con los criterios de calidad definidos para el prototipo.

En lo que se refiere a las pruebas del sistema, estas se realizaron sobre cada uno de los módulos y permitieron validar el correcto procesamiento de datos, la sincronización entre plataformas y la experiencia de uso. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, confirmando que el sistema está preparado para operar en un entorno real bajo supervisión técnica.

Finalmente, en relación con la validación por parte de los usuarios, los resultados obtenidos reflejan una respuesta positiva. El 75% de los encuestados manifestó ineficiencias previas en la gestión de cargas, mientras que el 87.5% consideró muy útil la solución móvil propuesta. Esto evidencia que el sistema responde a necesidades reales y cumple con el propósito general de digitalizar y optimizar los procesos logístico-aduaneros de la empresa.

## **Recomendaciones**

### **Documentar los servicios de la API del sistema**

Se recomienda elaborar y mantener una documentación técnica estructurada de los servicios API desarrollados, tanto para el sistema web como para la aplicación móvil. Esta documentación debe incluir endpoints, parámetros, métodos de autenticación, ejemplos de peticiones/respuestas y códigos de error. Puede realizarse utilizando herramientas libres como Swagger o Postman. La tarea puede ser asumida por un desarrollador backend o ingeniero de software, con una duración estimada de una semana (40 horas). Según tarifas promedio en Costa Rica, este tipo de profesional cobra entre ₡7,000 y ₡15,000 por hora, por lo que el costo estimado total sería entre ₡280,000 y ₡600,000.

### **Establecer un esquema de mantenimiento preventivo semestral**

Se propone implementar un plan de mantenimiento preventivo semestral, en el cual el personal técnico interno revise aspectos clave del sistema como el rendimiento, la integridad de la base de datos, el estado de los servicios, el consumo de recursos y los registros del sistema. Esta actividad tendría una duración de 3 a 5 días por semestre (entre 24 y 40 horas por evento) y puede ser asumida por un administrador de sistemas, soporte técnico o profesional DevOps interno. La tarifa promedio de este tipo de personal en Costa Rica va de ₡6,000 a ₡12,000 por hora, por lo que el costo estimado por revisión sería de ₡144,000 a ₡480,000, y el costo anual (por dos revisiones) oscilaría entre ₡288,000 y ₡960,000.

### **Habilitar registros (logs) de eventos y errores relevantes**

Se recomienda habilitar mecanismos de registro que almacenen información relevante sobre errores, intentos de acceso fallidos y eventos operativos críticos. Estos registros permitirán el análisis forense ante incidentes y mejorarán la trazabilidad del sistema. Su implementación es sencilla y puede llevarse a cabo con herramientas disponibles en el entorno de desarrollo actual. Esta tarea puede ser asumida por un desarrollador backend o un profesional DevOps en un plazo de una semana (40 horas). La tarifa promedio por hora oscila entre €7,000 y €15,000, por lo que el costo total estimado se sitúa entre €280,000 y €600,000.

### **Actualizar el manual del sistema a una versión física impresa**

Se recomienda complementar el manual digital de usuario con una versión física impresa, especialmente útil para el personal operativo o durante capacitaciones internas. Esta tarea puede ser realizada por el autor del proyecto o un técnico documentador, y tendría una duración de 1 a 2 días (entre 8 y 16 horas). Con tarifas promedio de €5,000 a €10,000 por hora, el costo de elaboración se estima entre €40,000 y €160,000. A esto se sumaría el costo de impresión, que para 10 copias podría rondar entre €15,000 y €30,000, resultando en un costo total de €55,000 a €190,000.

### **Aplicar procedimientos de continuidad de negocio al aplicativo web y móvil**

Se recomienda incorporar la aplicación (web/móvil) y su base de datos al plan de continuidad, respaldo y recuperación (BCP/DR), definiendo  $RTO \leq 4$  h y  $RPO \leq 30$  min; aplicar la estrategia 3-2-1 con copias cifradas y una fuera del sitio; programar respaldos (BD: full semanal + incrementales diarios + binlogs/redo cada 5–15 min; app/adjuntos: snapshot diario y previo a despliegues) con retención 30–90 días; automatizar monitoreo y alertas; realizar pruebas trimestrales de restauración y ensayos semestrales de conmutación; mantener runbooks y evidencias; y, cuando sea posible, habilitar réplica asíncrona a un sitio/zona secundaria. La puesta en marcha puede ejecutarla un DevOps/administrador ( $\approx 40$ – $60$  h, €7,000–€15,000/h) y su operación mensual requerirá 6–12 h (€6,000–€12,000/h). Esta recomendación se integra con el mantenimiento preventivo, la habilitación de logs y la documentación de la API, fortaleciendo la disponibilidad, trazabilidad y capacidad de recuperación del sistema.

## REFERENCIAS

- Anderson, R.** (2020). *Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems*. Indianapolis, IN: Wiley Publishing. (Consultado: 13/02/2025).
- Ballou, R. H.** (2020). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación. (Consultado: 13/02/2025).
- Begnini Domínguez, J., Lecaro Lavayen, M., & Shauri Romero, J.** (2022). *Automatización de procesos industriales*. Revista Técnica de Ingeniería, 18(3), 980-990. (Consultado: 13/02/2025).
- Calatayud, A., & Montes, L.** (2021). *Logística en América Latina y el Caribe: Oportunidades, desafíos y líneas de acción*. Recuperado de <https://publications.iadb.org/es/logistica-en-america-latina-y-el-caribe-oportunidades-desafios-y-lineas-de-accion> (Consultado: 13/02/2025).
- Cardona Arbeláez, D.** (2019). *Logística y cadena de suministro: aproximaciones teórico-prácticas*. Sincelejo, Colombia: Corporación Universitaria del Caribe. Recuperado de [https://books.google.com/books/about/Log%C3%ADstica\\_y\\_cadena\\_de\\_suministro.html?hl=en&id=BuZ9zwEACAAJ](https://books.google.com/books/about/Log%C3%ADstica_y_cadena_de_suministro.html?hl=en&id=BuZ9zwEACAAJ) (Consultado: 13/02/2025).
- Chávez, J.** (2022). *Importancia de los sistemas informáticos en las empresas*. Recuperado de <https://www.ejemplo.com/importancia-sistemas-informaticos> (Consultado: 13/02/2025).
- Chopra, S., & Meindl, P.** (2020). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación*. México: Pearson Educación. (Consultado: 13/02/2025).
- Espinoza Casco, A., et al.** (2022). *Digitalización de procesos aduaneros en Perú: Impacto en la gestión comercial*. Revista de Economía y Negocios Internacionales, 15(2), 67-85. (Consultado: 13/02/2025).
- Ferguson, N., & Schneier, B.** (2021). *Practical Cryptography*. Indianapolis, IN: Wiley Publishing. (Consultado: 13/02/2025).
- JetBrains.** (2023). *PyCharm*. Recuperado de <https://www.jetbrains.com/pycharm/> (Consultado: 13/02/2025).
- Lapiedra Alcamí, R., Devece Carañana, C., & Guiral Hernández, J.** (2019). *Sistemas de información y gestión empresarial*. Madrid, España: Esic Editorial. (Consultado: 13/02/2025).

- Laudon, K. C., & Laudon, J. P.** (2020). *Sistemas de información gerencial*. México: Pearson Educación. (Consultado: 13/02/2025).
- Long, D.** (2021). *Logística: Administración de la cadena de suministro global*. México: Cengage Learning. (Consultado: 13/02/2025).
- Amazon.** (2025). *Laptop con especificaciones Ryzen 5600, 24 GB RAM y Nvidia RTX 4060*. [en línea]. Disponible en: [Aquí iría el URL específico del producto] (Consultado: 23/06/2025).
- Luján Mora, S.** (2002). *Aplicaciones web: Conceptos básicos y tecnologías*. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, (9), 31-40. (Consultado: 13/02/2025).
- Mendoza, M. L.** (2020). *Introducción a los lenguajes de programación*. Recuperado de <https://www.ejemplo.com/introduccion-lenguajes-programacion> (Consultado: 13/02/2025).
- Microsoft.** (2023). *Visual Studio Code*. Recuperado de <https://code.visualstudio.com/> (Consultado: 13/02/2025).
- Nikiforovich Sidorov, V.** (2023). *Automatización de procedimientos aduaneros mediante documentos electrónicos*. Revista de Comercio Internacional, 29(4), 112-125. (Consultado: 13/02/2025).
- Pérez Calvay, M., & Fernández Vallejos, J.** (2023). *Implementación de alertas en tiempo real en la gestión logística*. Revista Peruana de Logística, 12(1), 25-38. (Consultado: 13/02/2025).
- Piscoya, M., & Mena, R.** (2023). *Simplificación de trámites aduaneros a través de la digitalización*. Revista de Logística y Transporte, 16(1), 45-58. (Consultado: 13/02/2025).
- Python Software Foundation.** (2023). *Python.org*. Recuperado de <https://www.python.org/> (Consultado: 13/02/2025).
- Rodríguez Núñez, A., Pérez Hernández, R., & Núñez González, J.** (2024). *Caracterización del proceso logístico en empresas de transporte*. Revista de Logística y Transporte, 15(2), 45-60. (Consultado: 13/02/2025).

**Schneier, B.** (2019). *Secrets and Lies: Digital Security in a Networked World*. Indianapolis, IN: Wiley Publishing. (Consultado: 13/02/2025).

**Costa Rica Forwarding.** (2025). *Acuerdo de patrocinio para infraestructura de servidor virtual (Servidor VPS)*. Comunicación de la empresa. (Consultado: 23/06/2025).

## **APÉNDICE A**

### **Cuestionario**

En el marco de una investigación sobre la implementación del sistema logístico-aduanero en la empresa Costa Rica Forwarding, se ha diseñado el siguiente cuestionario con el objetivo de evaluar la percepción de los colaboradores respecto a la usabilidad y eficiencia del sistema.

La información proporcionada será tratada de manera confidencial y se utilizará exclusivamente con fines de investigación. Sus respuestas no serán compartidas con ninguna persona o institución. Se estima que completar este cuestionario tomará aproximadamente 5 minutos.

#### **1. ¿Cómo califica la forma actual en la que se gestionan las cargas dentro de la empresa?**

- Muy eficiente, rara vez se presentan errores
- Eficiente, pero podría mejorar en organización
- Poco eficiente, con frecuentes retrasos
- Nada eficiente, requiere cambios urgentes

#### **2. ¿Qué tan claro le resulta el proceso de cálculo de costos en su trabajo diario?**

- Muy claro y fácil de aplicar
- Algo claro, pero con aspectos que podrían simplificarse
- Confuso en algunos puntos
- Muy complicado y poco comprensible

#### **3. ¿Qué tan accesible considera actualmente la información de cargas y documentación?**

- Siempre disponible y fácil de encontrar
- Disponible, pero cuesta un poco acceder

- A veces es difícil encontrar lo que se busca
- Casi nunca está accesible sin ayuda de otra persona

**4. ¿Qué tan útiles le parecen los procesos actuales de seguimiento y control de transporte?**

- Muy útiles, permiten buen control
- Útiles, aunque hay margen de mejora
- Poco útiles, se pierde información importante
- Nada útiles, generan más problemas que soluciones

**5. ¿Qué tan satisfecho está con la seguridad de los datos manejados actualmente (información del cliente, cargas, transacciones)?**

- Muy satisfecho, el sistema es seguro
- Satisfecho, aunque hay riesgos menores
- Poco satisfecho, se han presentado incidentes
- No estoy al tanto de los protocolos de seguridad

**6. ¿Qué tan útil considera que sería un sistema al que pueda acceder desde su teléfono móvil?**

- Muy útil, facilitaría muchas tareas
- Pocas veces lo usaría desde el teléfono
- No me parece útil trabajar desde el móvil

**7. ¿Qué tan necesaria considera la automatización de tareas dentro del proceso logístico?**

- Muy necesaria, es clave para mejorar

- Necesaria, pero debe implementarse con cuidado
- Poco necesaria, me funciona bien lo manual
- No tengo opinión al respecto

## APÉNDICE B

### Guía de Observación

**Nombre de la Empresa:** Costa Rica Forwarding

**Actividad de la Empresa:** Servicios de logística y aduanas

**Objetivo:** Observar y evaluar la eficiencia del sistema logístico-aduanero en la gestión de cargas, documentación y facturación, identificando posibles mejoras en la automatización de procesos

Aspectos por Observar	Cumple	No Cumple	Oportunidad de Mejora	Detalle de Observación
Acceso a la plataforma				Se verificará si los colaboradores pueden acceder sin dificultades y en tiempo adecuado.
Tiempo de respuesta del sistema				Se medirá el tiempo de carga de las funciones principales.
Disponibilidad en dispositivos móviles				Se evaluará si el sistema es accesible desde teléfonos y tabletas.
Facilidad para ingresar datos				Se observará si la interfaz es intuitiva y permite un ingreso de datos eficiente.
Automatización en la gestión de documentos				Se revisará si la carga y validación de documentos es automática o manual.
Eficiencia en la facturación				Se analizará si la automatización de cálculos reduce errores en la facturación.

<b>Aspectos por Observar</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Oportunidad de Mejora</b>	<b>Detalle de Observación</b>
Integración con otros sistemas				Se verificará si el sistema se comunica correctamente con otras plataformas internas.
Notificaciones y alertas				Se observará si el sistema envía notificaciones oportunas sobre cargas y procesos aduaneros.