

**Mejoramiento del proceso de entornamiento de vehículos de carga pesada en la
empresa Solupalma**

Francisco Said Mejía Posada

Asesora

Verónica Isabelle Deibe Blanco

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Tecnología en Logística Industrial

2025

Resumen

El presente proyecto aplicado tiene como finalidad proponer un plan de mejoramiento para el proceso de entornamiento de vehículos de carga pesada en la empresa Solupalma, organización dedicada a la comercialización de productos agrícolas como aceite de palma y fertilizantes. El entornamiento, entendido como la gestión de la llegada, permanencia y salida de vehículos a las zonas de cargue y descargue, constituye un eslabón crítico de la cadena logística. Actualmente, el procedimiento en la empresa se desarrolla de manera manual, a través de planillas físicas, lo que genera tiempos de espera prolongados, pérdida de información, congestión vehicular y sobrecostos asociados al tiempo improductivo.

La investigación desarrolla un diagnóstico del proceso actual, identifica las principales falencias y propone estrategias de mejora fundamentadas en la logística industrial, la automatización de procesos y la logística 4.0. Se plantea la digitalización del proceso de radicación y programación de turnos mediante herramientas tecnológicas, con el fin de reducir tiempos de atención, optimizar recursos y garantizar mayor trazabilidad. Asimismo, se busca contribuir a la sostenibilidad ambiental mediante la reducción del uso de papel y la disminución de emisiones de CO₂ asociadas a los tiempos de espera.

Los resultados esperados incluyen una mejor organización en la recepción de vehículos, disminución de la congestión en las áreas de cargue y descargue, reducción de costos ocultos y aumento de la productividad operativa. Este proyecto no solo responde a las necesidades específicas de Solupalma, sino que constituye un modelo replicable en otras empresas del sector agroindustrial colombiano.

Palabras clave: logística, entornamiento, digitalización, productividad, logística 4.0.

Abstract

This applied project aims to propose an improvement plan for the truck queuing process in Solupalma, a company engaged in the commercialization of agricultural products such as palm oil and fertilizers. Truck queuing, understood as the management of vehicle arrival, stay, and departure in loading and unloading areas, represents a critical link in the logistics chain. Currently, the process is carried out manually through physical forms, which generates long waiting times, data loss, vehicle congestion, and hidden costs associated with unproductive time. The research develops a diagnosis of the current process, identifies the main weaknesses, and proposes improvement strategies based on industrial logistics, process automation, and Logistics 4.0. The digitalization of vehicle registration and scheduling through technological tools is suggested in order to reduce service times, optimize resources, and guarantee greater traceability. Likewise, the project seeks to contribute to environmental sustainability by reducing paper use and CO₂ emissions associated with waiting times. Expected results include better organization in vehicle reception, reduced congestion in loading and unloading areas, lower hidden costs, and increased operational productivity. This project not only addresses Solupalma's specific needs but also provides a replicable model for other companies in the Colombian agro-industrial sector.

Keywords: logistics, truck queuing, digitalization, productivity, Logistics 4.0.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
Planteamiento del Problema	16
Formulación del Problema.....	16
Sistematización del Problema	17
Desarrollo de los Objetivos.....	18
Diagnóstico	18
Diseño de Propuesta.....	18
Evaluación de Beneficios.....	18
Marco Conceptual y Teórico	19
Marco Teórico.....	19
Logística y Cadena de Suministro	19
Enturnamiento de Vehículos.....	19
Logística 4.0 y Transformación Digital	20
Productividad Operativa	20
Sostenibilidad en Logística	21
Marco Conceptual.....	21

Enturnamiento.....	21
Logística 4.0.....	21
Productividad Operativa	21
Trazabilidad	22
Congestión Vehicular Logística.....	22
Marco Legal.....	22
Decreto 173 de 2001	22
Ley 336 de 1996 (Estatuto Nacional del Transporte).....	22
Resolución 315 de 2013 (MinTransporte)	22
Política Nacional Logística (CONPES 3982 de 2020)	22
Antecedentes y Estado del Arte	22
Gestión de Patios (Yard Management) y Operaciones de Patio.....	23
Transformación Digital y Logística 4.0.....	23
Digitalización en Transporte y Retos Latinoamericanos / Colombianos.....	25
Metodología	26
Método de Investigación.....	26
Fuentes de Información.....	27
Fuentes Primarias.....	27
Fuentes Secundarias.....	27

Técnicas de Recolección de Datos.....	27
Formato de Inspección de Vehículos de Carga (Apéndice A).....	28
Planilla de Enturnamiento Manual (Apéndice B).....	28
Cuestionario de Entrevista Estructurada para Conductores (Cliente Externo) (Apéndice C).....	28
Cuestionario de Entrevista Estructurada para Personal Interno (Cliente Interno) (Apéndice D).....	28
Formato de Revisión Documental de Planillas de Enturnamiento (Apéndice E).....	29
Población y Muestra	29
Población.....	29
Muestra de Vehículos	29
Muestra de Participantes Humanos.....	29
Etapas del Proyecto.....	30
Diagnóstico de la Situación Actual.....	30
Identificación de Problemas y Análisis de Causas	30
Diseño de la Propuesta de Mejoramiento	30
Formulación del Plan de Implementación	30
Evaluación de Beneficios Esperados	31
Estrategia de Análisis de la Información	31
Análisis Cuantitativo.....	31

Análisis Cualitativo.....	31
Proceso Actual	33
Principales Problemas Identificados	35
Demoras	35
Congestión	35
Errores de Información	35
Costos Ocultos	35
Análisis de Causas del Proceso de Entornamiento	35
Demoras en el Proceso	36
Congestión en las Áreas de Cargue	36
Errores de Información	37
Costos Ocultos	38
Conclusión del Análisis de Causas	39
Recopilación y Análisis de Datos	42
Análisis General de las Gráficas del Proceso de Entornamiento	44
Análisis de la Tabla de Tiempos Promedio de Espera por Vehículo.....	45
Análisis del Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto).....	45
Análisis del Diagrama de Flujo del Proceso Actual	46
Análisis del Gráfico de Congestión en Patio	46

Conclusión del Análisis General.....	47
<i>Análisis DOFA (Diagnóstico Preliminar)</i>	48
Estrategias FO, DO, FA, DA	48
Estrategias Logísticas.....	50
Implementación de Programación Anticipada.....	50
Gestión de Patios (Yard Management)	50
Señalización y Zonas de Espera Diferenciadas	50
Estrategias Tecnológicas.....	50
Sistema Digital de Entornamiento	50
Uso de Tecnologías RFID y QR.....	51
Integración con GPS	51
Bases de Datos en la Nube.....	51
Estrategias de Sostenibilidad	51
Proceso Propuesto (Flujo Mejorado)	51
Presupuesto de la Propuesta.....	52
Rubros para Considerar.....	52
Materiales y Suministros.....	52
Tecnología.....	52
Recolección de Datos.....	52

Capacitaciones	53
Desarrollo Tecnológico.....	53
Justificación del Presupuesto	53
Materiales y suministros	53
Tecnología.....	54
Capacitación.....	54
Recolección de Datos.....	54
Gastos Imprevistos.....	54
Cronograma del Proyecto	54
Conclusiones	57
Recomendaciones	59
Referencias.....	60
Apéndices.....	62

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Tiempos promedio de espera por vehículo</i>	35
Tabla 2 <i>Identificación de problemas o ineficiencias</i>	40
Tabla 3 <i>Cliente externo</i>	41
Tabla 4 <i>Cliente interno</i>	42
Tabla 5 <i>Análisis DOFA (Diagnóstico Preliminar)</i>	47
Tabla 6 <i>Presupuesto estimado de la propuesta</i>	52
Tabla 7 <i>Duración estimada: 24 semanas (6 meses)</i>	53
Tabla 8 <i>Análisis DOFA de la Propuesta</i>	54

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Diagrama de Ishikawa de los principales problemas en el proceso de enturnamiento</i>	39
Figura 2	<i>Gráfico circular de demoras presentadas en el proceso de enturnamiento</i>	40
Figura 3	<i>Gráfico de columnas agrupadas de entrevistas al proceso actual</i>	42

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Inspección de vehículos de carga</i>	62
Apéndice B <i>Planilla de enturnamiento de conductores</i>	63
Apéndice C <i>Documentos físicos de conductores</i>	64

Introducción

La logística es reconocida como un factor estratégico en la competitividad de las organizaciones. Su función va más allá del transporte de mercancías, involucrando la planeación, implementación y control eficiente del flujo de bienes, servicios e información a lo largo de la cadena de suministro (Ballou, 2004; Christopher, 2016). En este contexto, el transporte terrestre de carga constituye un pilar esencial en la economía colombiana, movilizándolo aproximadamente el 73 % del total de la carga del país (Ministerio de Transporte, 2022).

Uno de los procesos logísticos más sensibles dentro de la operación de transporte es el entornamiento de vehículos de carga, entendido como el procedimiento mediante el cual se organiza la entrada y salida de vehículos a zonas de cargue o descargue. Un entornamiento ineficiente impacta negativamente en la productividad, generando congestión vehicular, pérdida de tiempo, costos adicionales y limitaciones en la competitividad de las empresas.

En el caso particular de Solupalma, empresa dedicada a la comercialización de productos agroindustriales, el proceso de entornamiento presenta falencias debido a la dependencia de registros manuales en planillas físicas. Este procedimiento, aunque ofrece trazabilidad básica, resulta obsoleto frente a las demandas de la logística moderna, caracterizada por la transformación digital, la automatización y la sostenibilidad (Hofmann & Rüscher, 2017; Deloitte, 2021).

La presente investigación aplicada busca analizar la situación actual de Solupalma en relación con su proceso de entornamiento de vehículos de carga pesada, identificar los

principales cuellos de botella y proponer un plan de mejoramiento fundamentado en principios de logística industrial, automatización y mejores prácticas del sector. Con ello se pretende no solo optimizar la eficiencia operativa de la empresa, sino también aportar un modelo que pueda ser replicado en otras organizaciones del sector agroindustrial colombiano.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un plan de mejoramiento para el proceso de entornamiento de vehículos de carga pesada en la empresa Solupalma, orientado a optimizar los tiempos de atención, reducir la congestión vehicular y fortalecer la eficiencia operativa.

Objetivos Específicos

Diagnosticar la situación actual del proceso de entornamiento en Solupalma, identificando falencias y cuellos de botella.

Diseñar una propuesta de mejoramiento fundamentada en principios de logística industrial, automatización y mejora continua.

Evaluar los beneficios esperados en términos de reducción de tiempos de espera, optimización de costos y aumento de la eficiencia operativa.

Planteamiento del Problema

El transporte de carga pesada en Colombia se enfrenta a importantes retos de eficiencia, principalmente relacionados con la infraestructura vial, la coordinación operativa y la gestión del tiempo. En empresas como Solupalma, la radicación de documentos y el enturnamiento de vehículos continúan desarrollándose de manera manual. Este sistema implica la verificación presencial de documentos y el registro en planillas físicas, lo que genera:

- Demoras prolongadas en la atención y asignación de turnos.
- Riesgos de pérdida de información y errores de digitación.
- Congestión vehicular en las zonas de cargue y descargue.
- Incremento de costos ocultos asociados al tiempo improductivo.

De acuerdo con Asecarga (2021), los tiempos de espera en procesos de cargue y descargue en Colombia pueden variar entre dos y seis horas, lo cual representa pérdidas económicas para transportadores y empresas. Asimismo, la CEPAL (2020) advierte que las ineficiencias logísticas en América Latina generan sobre costos equivalentes al 15 % del valor de las operaciones de transporte.

La falta de digitalización y automatización en el proceso de enturnamiento limita la capacidad de Solupalma para responder de manera ágil a las exigencias del mercado, lo que afecta tanto su competitividad como la satisfacción de clientes y transportadores.

Formulación del Problema

¿De qué manera se puede optimizar el proceso de enturnamiento de vehículos de carga pesada en la empresa Solupalma para reducir los tiempos de espera, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la competitividad logística?

Sistematización del Problema

- ¿Cuál es la situación actual del proceso de entornamiento de vehículos en Solupalma?
- ¿Qué estrategias tecnológicas y logísticas pueden implementarse para mejorar este proceso?
- ¿Cuáles serían los beneficios esperados de la digitalización del entornamiento en términos de productividad, sostenibilidad y competitividad?

La competitividad de las empresas depende de su capacidad para gestionar de manera eficiente sus operaciones logísticas. En Solupalma, el entornamiento manual de vehículos genera impactos negativos en la productividad, la seguridad operativa y la satisfacción de clientes. Esta problemática se agrava en un contexto global donde la logística 4.0 exige digitalización, trazabilidad y sostenibilidad (Hofmann & Rüschi, 2017).

La propuesta de mejoramiento del entornamiento se justifica en tres dimensiones:

- Dimensión organizacional: Fortalecer la capacidad de gestión de Solupalma mediante información confiable y disponible en tiempo real.
- Dimensión operativa: Reducir tiempos de espera, descongestionar zonas críticas y mejorar la utilización de recursos humanos y tecnológicos.
- Dimensión estratégica: Posicionar a Solupalma como una empresa innovadora y sostenible, alineada con las tendencias globales en logística y transformación digital (Deloitte, 2021).

Adicionalmente, el proyecto aporta al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en especial el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables), mediante la reducción del consumo de papel y la optimización del uso de recursos.

Desarrollo de los Objetivos

Con el fin de orientar el trabajo hacia el cumplimiento de los resultados esperados, se presenta a continuación el desarrollo de los objetivos específicos planteados en la etapa inicial del proyecto. Este desarrollo detalla las actividades, herramientas y resultados esperados para cada objetivo, sirviendo como hoja de ruta para la implementación de la propuesta de mejoramiento.

La planificación de estas acciones se elaboró considerando el diagnóstico de la situación actual, los recursos disponibles y las necesidades operativas del proceso de entornamiento de vehículos de carga pesada. De esta manera, se busca garantizar que cada objetivo contribuya directamente a optimizar el proceso, reducir tiempos de espera, mejorar la organización del flujo vehicular y elevar la eficiencia operativa de las instalaciones logísticas.

Diagnóstico

Se realizará mediante observación directa, entrevistas y análisis de indicadores logísticos (tiempos de espera, cantidad de vehículos atendidos, errores de registro).

Diseño de Propuesta

Incluirá la implementación de herramientas digitales (software de entornamiento, QR, RFID), reorganización del flujo vehicular y capacitación del personal.

Evaluación de Beneficios

Se proyectarán indicadores clave de desempeño (KPIs) como tiempo promedio de espera, costo por vehículo y nivel de satisfacción de transportadores.

Marco Conceptual y Teórico

Marco Teórico

Logística y Cadena de Suministro

La logística es definida como el proceso de planear, implementar y controlar el flujo eficiente y eficaz de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente (Ballou, 2004). Este concepto se amplía con Christopher (2016), quien resalta que la logística moderna no solo implica la movilización de productos, sino también la gestión estratégica de la información como fuente de valor agregado.

En Colombia, el Índice de Desempeño Logístico del Banco Mundial (2023) muestra que el país aún enfrenta deficiencias en tiempos de operación y calidad de infraestructura, lo cual obliga a las empresas a fortalecer su gestión interna de procesos.

Enturnamiento de Vehículos

El enturnamiento de vehículos, también conocido como gestión de patios (*yard management*), consiste en organizar el ingreso, permanencia y salida de vehículos en zonas de cargue y descargue. Su eficiencia incide directamente en los tiempos de espera, la seguridad operativa y la continuidad de la cadena logística (CEPAL, 2020).

Un enturnamiento ineficiente puede generar:

- Congestión vehicular en áreas críticas.
- Altos costos derivados de tiempos muertos.

- Riesgos de seguridad en las operaciones.
- Pérdida de trazabilidad en la cadena logística.

Logística 4.0 y Transformación Digital

La logística 4.0 surge como parte de la cuarta revolución industrial, integrando tecnologías como el internet de las cosas (IoT), big data, RFID, y plataformas digitales para automatizar procesos logísticos (Hofmann & Rüsç, 2017). Estas herramientas permiten gestionar la operación en tiempo real, mejorando la visibilidad y la coordinación entre actores de la cadena de suministro.

En el caso del enturnamiento, la digitalización puede aplicarse en:

- Sistemas de pre-registro y programación de turnos en línea.
- Identificación digital de transportadores mediante códigos QR o tarjetas inteligentes.
- Monitoreo de vehículos a través de GPS y sensores.
- Bases de datos centralizadas en la nube.

Productividad Operativa

La productividad operativa se refiere a la relación entre los recursos empleados y los resultados obtenidos en la operación. En logística, implica minimizar tiempos improductivos y maximizar la eficiencia del transporte y la atención en zonas de cargue (Slack, Brandon-Jones & Burgess, 2019).

Un enturnamiento eficiente impacta positivamente en la productividad, al reducir costos ocultos y mejorar la utilización de recursos físicos y humanos.

Sostenibilidad en Logística

La gestión logística moderna debe alinearse con principios de sostenibilidad, reduciendo impactos ambientales. Según Deloitte (2021), la digitalización de procesos logísticos contribuye a la sostenibilidad mediante:

- Reducción de consumo de papel.
- Menor tiempo de espera de vehículos, lo que implica menor consumo de combustible.
- Disminución de emisiones de CO₂.

Esto ubica a las organizaciones en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) y el ODS 12 (Producción y consumo responsables).

Marco Conceptual

Algunos conceptos claves del proyecto son:

Enturnamiento

Proceso de organización de vehículos de carga en orden de ingreso a zonas de cargue/descargue.

Logística 4.0

Integración de tecnologías digitales a la gestión logística.

Productividad Operativa

Capacidad de una empresa para obtener mayores resultados con el mínimo de recursos.

Trazabilidad

Capacidad de seguir un proceso o producto a lo largo de su cadena logística.

Congestión Vehicular Logística

Saturación de espacios de cargue y descargue debido a una gestión ineficiente del flujo vehicular.

Marco Legal

El marco normativo colombiano relacionado con este proyecto incluye:

Decreto 173 de 2001

Reglamenta aspectos del transporte terrestre automotor de carga en Colombia.

Ley 336 de 1996 (Estatuto Nacional del Transporte)

Define principios básicos del transporte como servicio público esencial.

Resolución 315 de 2013 (MinTransporte)

Regula procesos logísticos en patios y terminales de carga.

Política Nacional Logística (CONPES 3982 de 2020)

Establece lineamientos para mejorar la competitividad logística en el país.

Estas normativas buscan garantizar la eficiencia y seguridad en el transporte de carga, lo cual se relaciona directamente con el tema de entornamiento.

Antecedentes y Estado del Arte

La revisión de literatura reciente revela que la gestión de patios, los sistemas digitales aplicados al transporte y la logística 4.0 son campos de intensa innovación. A continuación, organizo los antecedentes en temáticas claves, para que puedas integrarlos coherentemente en tu investigación.

Gestión de Patios (Yard Management) y Operaciones de Patio

El Sistema de Gestión de Patios, conocido en su sigla en inglés como YMS (Yard Management System), es una herramienta tecnológica que permite coordinar las operaciones de entrada, salida, ubicación y movimiento de los vehículos en los patios de carga y descarga.

Según un análisis de 2025, estos sistemas están transformando las operaciones de la cadena de suministro al mejorar el flujo de remolques y proporcionar visibilidad en tiempo real.

Hikvision (2024) señala que la gestión efectiva del patio implica organización, programación y coordinación de actividades de camiones, y sostiene que cualquier error en estas funciones puede generar interrupciones importantes en el flujo logístico.

ABI Research (2023) elaboró un ranking competitivo de sistemas YMS y destacó las tendencias del mercado: integración con otros sistemas logísticos (WMS, TMS), uso de IoT para monitoreo en tiempo real, y el énfasis en soluciones escalables para empresas medianas.

En un artículo reciente, “*Rethinking enterprise yard operations: The rise of the yard operating system*”, se plantea la evolución del YMS hacia un sistema operativo de patio (*Yard Operating System, YOS*) que no solo controla posiciones físicas, sino que integra decisiones automáticas de reubicación de vehículos, balance de carga y priorización de salidas.

Estas innovaciones muestran que los patios ya no son espacios pasivos de espera, sino nodos activos que requieren coordinación digital para evitar cuellos de botella.

Transformación Digital y Logística 4.0

Un marco teórico clave es la aplicación de tecnologías digitales a actividades logísticas esenciales. Ingard et al. (revisión sistemática entre 2015 y 2025) analizan cómo tecnologías como IoT, Big Data, inteligencia artificial y blockchain transforman nueve actividades logísticas centrales, entre ellas manejo de materiales y transporte.

Helo et al. (2024) examinan aplicaciones de rastreo y trazabilidad en logística, indicando que la digitalización permite valor agregado mediante visibilidad, anticipación de cuellos de botella y optimización operativa.

En el transporte y la logística latinoamericana, el informe del BID (Calatayud, 2022) identifica tres grandes tendencias: digitalización de operaciones, integración multimodal y enfoque en sostenibilidad ambiental. Estas tendencias afectan directamente la gestión de patios en empresas de transporte.

Muy reciente, un estudio en Scientific Reports (Li et al., 2025) propone el uso de Digital Twins para modelar operaciones logísticas. En el contexto de patios, un digital twin puede crear una réplica virtual del patio físico, permitiendo simulaciones, predicción de congestiones y optimización continua del flujo vehicular.

Liu et al. (2024) realizan una revisión sistemática sobre el uso de Digital Twins en logística y encuentran que estas tecnologías están emergiendo como herramientas clave para monitoreo en tiempo real, mantenimiento predictivo y mejora operativa.

Asimismo, un trabajo reciente sobre operaciones portuarias (Hakimi et al., 2025) adapta la metodología digital twins a terminales de contenedores, reduciendo movimientos improductivos y mejorando la eficiencia del patio. Aunque enfocado en puertos, el enfoque es aplicable a patios industriales generales.

Por su parte, Siddique et al. (2024) proponen vehículos logísticos inteligentes con rastreo avanzado, lo cual es complementario al control digital del patio, pues mejora la trazabilidad desde el vehículo hasta su posicionamiento en el patio.

Fernández-Caramés et al. (2024) describen un sistema autónomo de bodega con drones (UAV) y blockchain para inventario y trazabilidad, ejemplificando cómo tecnologías emergentes

se integran en operaciones logísticas conectadas. Aunque su enfoque es de bodega, el paradigma tecnológico es relevante para patios integrados.

Estos trabajos respaldan que la logística 4.0 no es solo un ideal teórico, sino una tendencia consolidada que exige la digitalización de todos los eslabones, incluyendo los patios.

Digitalización en Transporte y Retos Latinoamericanos / Colombianos

En el contexto latinoamericano, la transformación digital en transporte enfrenta retos estructurales. Un estudio de 2023 sobre el impacto de la digitalización resalta que los proveedores logísticos deben adaptarse a nuevas demandas tecnológicas, pero enfrentan barreras de infraestructura, capacitación y costos de adopción.

En Colombia, el sector de transporte y logística está en plena transformación digital: según Cambio Colombia (2024), las empresas adoptan tecnologías (como TMS, WMS, IoT), pero muchas aún operan de forma tradicional, por lo que la digitalización profunda es una ventaja competitiva emergente.

Driv.in (2025) señala que en Colombia los sistemas TMS, ERP y WMS están siendo adoptados con creciente intensidad, mejorando visibilidad, eficiencia operativa y tiempos de entrega, lo cual prepara el terreno para la integración de un YMS más sofisticado.

El presente proyecto aplicado se orienta a analizar el proceso actual de entornamiento de vehículos de carga pesada en la empresa Solupalma y a proponer un plan de mejoramiento soportado en principios de logística industrial y logística 4.0. A continuación se describe el diseño metodológico adoptado.

Metodología

El estudio es de tipo aplicado y descriptivo. Es aplicado porque utiliza conocimientos teóricos y técnicos de la logística, la gestión operativa y la transformación digital para proponer una solución concreta a un problema real de la empresa Solupalma. Es descriptivo porque caracteriza de manera sistemática la situación actual del proceso de entornamiento, sus tiempos, cuellos de botella, nivel de congestión y percepción de los actores involucrados, sin manipular deliberadamente las variables de estudio.

Método de Investigación

Se adopta un enfoque mixto (cualitativo–cuantitativo), dado que el problema de investigación involucra simultáneamente dimensiones técnicas, operativas y humanas:

- En el componente cuantitativo se analizan variables como tiempos de espera, número de vehículos atendidos, frecuencia de fallas, porcentajes de aceptación de la propuesta y costos asociados al proceso.
- En el componente cualitativo se recogen percepciones, opiniones y descripciones de fallas mediante entrevistas y observación directa, así como la identificación de causas raíz mediante herramientas como el diagrama de Ishikawa.

El enfoque mixto resulta adecuado porque:

- Permite medir objetivamente el desempeño actual del proceso (tiempos, volúmenes, porcentajes) y proyectar los beneficios esperados de la digitalización (reducción de tiempos, incremento de productividad).
- Facilita comprender las causas de las ineficiencias desde la perspectiva de conductores, personal logístico y otros actores, integrando su experiencia en la formulación de la propuesta.

- Aporta una base sólida para responder a los objetivos específicos:
 - Diagnosticar la situación actual (cualitativo + cuantitativo).
 - Diseñar la propuesta de mejoramiento (apoyada en el diagnóstico mixto).
 - Evaluar los beneficios esperados mediante indicadores cuantitativos y apreciaciones cualitativas.

Fuentes de Información

Se utilizaron dos tipos de fuentes:

Fuentes Primarias

- Entrevistas estructuradas a conductores (cliente externo).
- Entrevistas estructuradas a personal logístico y administrativo (cliente interno).
- Observación directa del proceso de entornamiento en planta.
- Registros operativos (planillas de entornamiento, tiempos de atención).

Fuentes Secundarias

- Documentos internos de Solupalma relacionados con el proceso de cargue y descargue.
- Normatividad colombiana sobre transporte de carga y logística.
- Literatura científica y técnica sobre logística, gestión de patios (yard management), logística 4.0 y productividad operativa.

Técnicas de Recolección de Datos

Las principales técnicas de recolección de datos fueron:

- Observación directa de procesos.
- Entrevistas estructuradas a conductores y colaboradores internos.
- Revisión documental y análisis de registros operativos.
- Análisis de tiempos de proceso.

Estas técnicas se operacionalizaron mediante los siguientes instrumentos, que se anexan al final del documento:

Formato de Inspección de Vehículos de Carga (Apéndice A)

Permite registrar la inspección realizada al inicio del proceso, tiempos aproximados, cuellos de botella y evidencias de congestión en patio.

Planilla de Enturnamiento Manual (Apéndice B)

Formato utilizado para capturar los tiempos de la etapa inicial (registro de llegada, asignación de turno, espera para ingreso, cargue/descargue y salida).

Cuestionario de Entrevista Estructurada para Conductores (Cliente Externo) (Apéndice C)

Instrumento aplicado a los transportadores para conocer su percepción sobre el proceso actual, la necesidad de actualización y la viabilidad de la digitalización.

Cuestionario de Entrevista Estructurada para Personal Interno (Cliente Interno) (Apéndice D)

Instrumento aplicado a colaboradores de logística y operación para identificar falencias, oportunidades de mejora y nivel de aceptación de la propuesta digital.

Formato de Revisión Documental de Planillas de Enturnamiento (Apéndice E)

Utilizado para extraer información histórica de tiempos de atención, número de vehículos atendidos y frecuencia de errores de registro.

Población y Muestra

Población

Está conformada por la totalidad de vehículos de carga pesada que participaron en el proceso de enturnamiento de Solupalma durante el primer semestre de 2025 (enero–junio), así como por los conductores vinculados a estos vehículos y el personal logístico directamente involucrado en el proceso de cargue y descargue.

Muestra de Vehículos

Se trabajó con una muestra de 120 vehículos de carga pesada, seleccionando en promedio 5 vehículos por semana durante el periodo de análisis. Para cada vehículo se registraron tiempos de espera en las diferentes etapas del proceso, así como eventos asociados a demoras, congestión y problemas de información.

Muestra de Participantes Humanos

Conductores (Cliente Externo). Muestra intencional de transportadores que participaron en el proceso de enturnamiento durante el periodo de estudio.

Personal Interno. Colaboradores del área logística y operativa vinculados al proceso (encargados de registro, programación de turnos y control de patio).

El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, ya que se seleccionaron los vehículos y participantes a los que se tuvo acceso durante el periodo de observación, priorizando aquellos que representaban situaciones típicas del proceso.

Etapas del Proyecto

El proyecto se desarrolló en las siguientes etapas:

Diagnóstico de la Situación Actual

- Levantamiento del proceso actual de entornamiento.
- Observación directa en planta.
- Aplicación de entrevistas a cliente interno y externo.
- Registro y análisis preliminar de tiempos de proceso.

Identificación de Problemas y Análisis de Causas

- Construcción del diagrama de Ishikawa para identificar causas raíz de demoras, congestión, errores de información y costos ocultos.
- Elaboración de tablas de tiempos promedio y análisis de congestión en patio.

Diseño de la Propuesta de Mejoramiento

- Definición de estrategias logísticas, tecnológicas y de sostenibilidad.
- Diseño del flujo mejorado de entornamiento (proceso digital).
- Identificación de requerimientos de software, infraestructura y capacitación.

Formulación del Plan de Implementación

- Estimación de presupuesto por rubros.
- Definición de cronograma en fases.
- Definición de indicadores (KPIs) para evaluar el impacto.

Evaluación de Beneficios Esperados

- Proyección de reducción de tiempos de espera.
- Estimación de incremento en la productividad operativa.
- Estimación de ahorro en consumo de papel y reducción de emisiones de CO₂.

Estrategia de Análisis de la Información

Análisis Cuantitativo

- Cálculo de tiempos promedio por etapa del proceso.
- Estimación de porcentajes de demoras, pérdidas de datos y aceptación de la digitalización por parte de clientes interno y externo.
- Construcción de tablas y gráficas (barras, circulares) para apoyar la interpretación.
- Proyección de metas mediante indicadores clave de desempeño (KPIs).

Análisis Cualitativo

- Categorización de respuestas de entrevistas (percepción de fallas, sugerencias de mejora, valoración de la propuesta).
- Análisis de causas mediante diagrama de Ishikawa, agrupando factores en categorías (Métodos, Mano de obra, Maquinaria/Tecnología, Materiales, Medio, Medición).
- Triangulación entre observación directa, entrevistas y registros operativos para fortalecer la validez de las conclusiones.

La empresa Solupalma, dedicada a la comercialización de aceite de palma y fertilizantes de la más alta calidad a nivel nacional e internacional, enfrenta dificultades en la gestión del proceso de entornamiento de vehículos de carga pesada.

Proceso Actual

Gran parte del transporte terrestre del país se mueve a través de los vehículos de carga pesada, este modelo acapara alrededor del 73 % de la carga movilizada por las vías de Colombia.

El transporte de carga de fertilizantes y aceites en la empresa Solupalma está a cargo de vehículos tipo tractomulas ya sea de carga líquida o a granel.

Solupalma cuenta con un proceso de enturnamiento robusto y muy bien estructurado, el cual se basa en la autorización de cargue por medio de correo electrónico y los conductores autorizados a retirar producto cuentan con una orden de cargue física. Adicional a esto los conductores deben portar su documento de identidad y documentos del vehículo de manera física para poder validar y verificar la autenticidad de los documentos. Después de realizar la revisión documental por parte del colaborador de la empresa y que el conductor halla registrados la información pertinente como tipo de vehículo, cantidad a cargar, producto, destino, presentación, etc, se da el visto bueno para el proceso de cargue. En este punto el proceso apenas inicia y pasa a una sala de espera o enturnamiento para ser llamado en el momento en que se disponga a realizar el cargue de su producto.

Este proceso actual de enturnamiento brinda grandes garantías a la empresa en temas de suplantación y verificación de los conductores autorizados a retirar producto, pero genera grandes desventajas debido al auge de la era digital que se vive a nivel mundial, ya que con un sistema mucho más avanzado y la implementación de nuevas tecnologías podríamos simplificar el proceso, minimizar tiempos y tener menos demoras en la verificación de identidad.

Demoras presentadas en el proceso actual:

- Registro manual de conductores en planillas físicas.
- Validación documental presencial.

- Ausencia de herramientas tecnológicas para programación anticipada.
- Conductores deben esperar en patios hasta que se autorice el cargue.
- Congestión vehicular en zonas de cargue

Tabla 1*Tiempos promedio de espera por vehículo*

Etapa del proceso	Descripción	Tiempo promedio (minutos)	Observaciones
Registro de llegada	Desde la llegada al punto de control hasta el registro del vehículo.	35	Retrasos por digitación manual.
Asignación de turno	Tiempo transcurrido entre el registro y la asignación efectiva del turno.	30	Saturación del sistema de enturnamiento.
Espera para ingreso al área de cargue	Tiempo que el vehículo permanece estacionado en espera del llamado.	60	Congestión por sobrecupo en patio.
Proceso de cargue o descargue	Tiempo que tarda el proceso operativo dentro de la zona de cargue.	90	Falta de sincronización con operarios.
Salida y verificación final	Desde la finalización del cargue hasta la salida autorizada del vehículo.	30	Doble verificación documental.
Promedio total del proceso	Duración promedio del proceso completo de enturnamiento.	245 (≈ 4,08 h)	—

Nota. Datos obtenidos del registro operativo y observación directa del proceso de enturnamiento durante el periodo de análisis (2025).

Principales Problemas Identificados

Demoras

Tiempos de espera prolongados (hasta 4–6 horas).

Congestión

Acumulación de tractomulas en áreas de cargue.

Errores de Información

Por digitación manual.

Costos Ocultos

Tiempo improductivo y consumo de combustible.

Análisis de Causas del Proceso de Entornamiento

Con base en los problemas identificados durante el diagnóstico, como demoras, congestión, costos ocultos y errores de información, se elaboró un análisis de causas con enfoque en la metodología Ishikawa o diagrama de causa-efecto, que permite visualizar los factores que contribuyen al origen de cada inconveniente.

Las principales causas se agrupan en las categorías de Método, Mano de Obra, Maquinaria, Material, Medio y Medición, las cuales se detallan a continuación.

Demoras en el Proceso

Las demoras, que representan el principal problema del proceso de entornamiento, se originan principalmente por fallas en la planificación y control de turnos.

Causas Identificadas

Método

Ausencia de un sistema digital que permita la programación automática de turnos.

Mano de Obra

Falta de capacitación del personal encargado en el manejo de herramientas tecnológicas.

Medio

Infraestructura limitada en las zonas de espera, lo que impide atender varios vehículos simultáneamente.

Medición

No existen indicadores de tiempo promedio por etapa del proceso.

Estas causas combinadas generan una acumulación de vehículos y tiempos muertos que impactan directamente la eficiencia y productividad.

Congestión en las Áreas de Cargue

La congestión vehicular observada en las zonas de cargue se relaciona con deficiencias en la coordinación y control del flujo de vehículos.

Causas Identificadas

Método

Ausencia de procedimientos estandarizados para la asignación de turnos y el control de acceso.

Medio

Falta de espacios designados para la preasignación o parqueo temporal de vehículos.

Mano de Obra

Comunicación deficiente entre los vigilantes, coordinadores y el personal de despacho.

Material

Señalización insuficiente dentro del área operativa.

Como consecuencia, los vehículos se acumulan sin un orden claro, dificultando la movilidad y provocando retrasos adicionales.

Errores de Información

Los errores en el registro manual de datos afectan la trazabilidad y confiabilidad del proceso de enturnamiento.

Causas Identificadas***Método***

Digitación manual de información sin validación automática.

Mano de Obra

Falta de estandarización en los formatos y en la capacitación del personal administrativo.

Maquinaria / Tecnología

Inexistencia de un sistema digital integrado para el registro de vehículos.

Medición

Ausencia de controles cruzados o auditorías internas sobre los registros efectuados.

Estas causas conllevan a inconsistencias en la información, pérdida de tiempo en correcciones y posibles conflictos en la asignación de turnos.

Costos Ocultos

Durante el análisis del proceso se evidenció que las demoras y la congestión generan costos ocultos significativos, especialmente por el tiempo improductivo de los conductores y el consumo innecesario de combustible durante los períodos de espera. Estos costos no siempre se registran de manera formal, pero representan pérdidas económicas tanto para los transportadores como para la empresa.

Causas Identificadas

Método

Falta de planificación eficiente del flujo vehicular y ausencia de un sistema de turnos que minimice los tiempos de inactividad.

Mano de Obra

Poca conciencia del personal sobre los impactos económicos del tiempo improductivo y el ralenti de los vehículos.

Maquinaria / Tecnología

Los vehículos permanecen con el motor encendido durante largos períodos por falta de zonas adecuadas de espera o procedimientos que regulen su apagado.

Medio

Ausencia de infraestructura adecuada (zonas de descanso o parqueo temporal con condiciones seguras).

Medición

inexistencia de indicadores que cuantifiquen el costo del tiempo perdido y el gasto de combustible asociado.

Estas causas evidencian que el problema de los costos ocultos es consecuencia directa de las deficiencias operativas y de gestión en el proceso de entornamiento. Por tanto, se requiere la implementación de medidas de control y monitoreo de tiempos de espera, junto con la sensibilización del personal operativo y de los conductores para reducir el desperdicio de recursos.

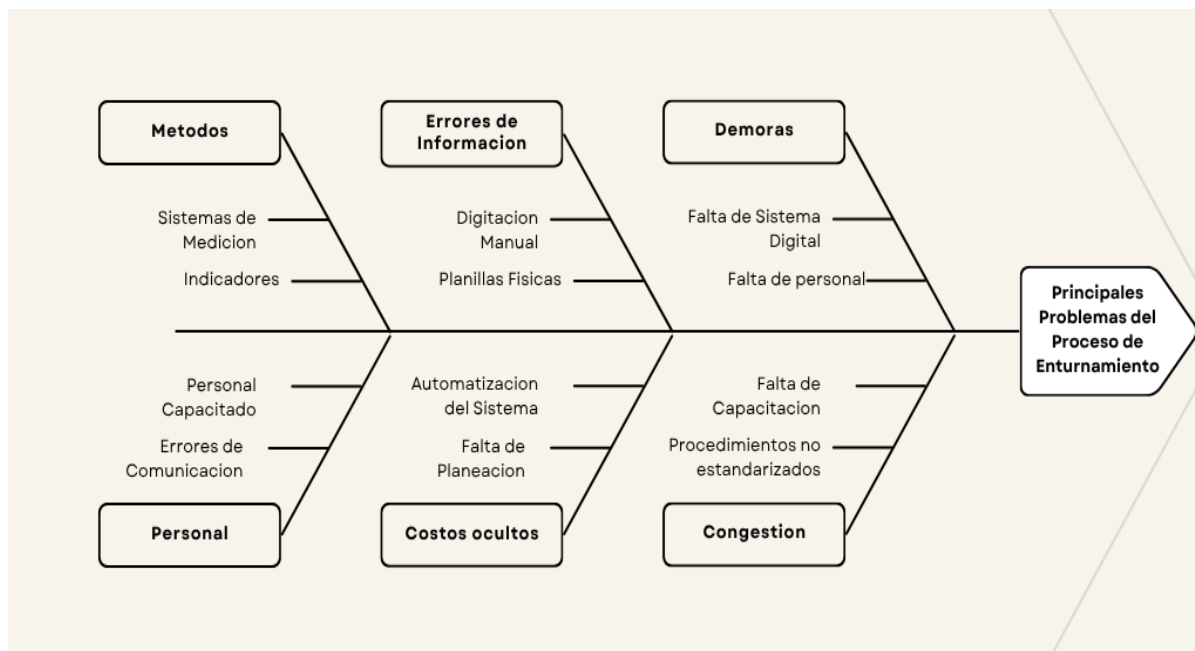
Conclusión del Análisis de Causas

El análisis evidencia que los problemas identificados tienen un origen común en la falta de estandarización y automatización del proceso, junto con deficiencias en la infraestructura y la capacitación del personal.

Esto indica la necesidad de implementar una propuesta de mejora integral, basada en la digitalización del proceso de entornamiento, la definición de procedimientos operativos claros, y el fortalecimiento de la infraestructura y la comunicación interna.

Figura 1

Diagrama de Ishikawa de los principales problemas en el proceso de enturnamiento



Nota. Diagrama de Ishikawa de los problemas encontrados en el proceso de enturnamiento

Tabla 2

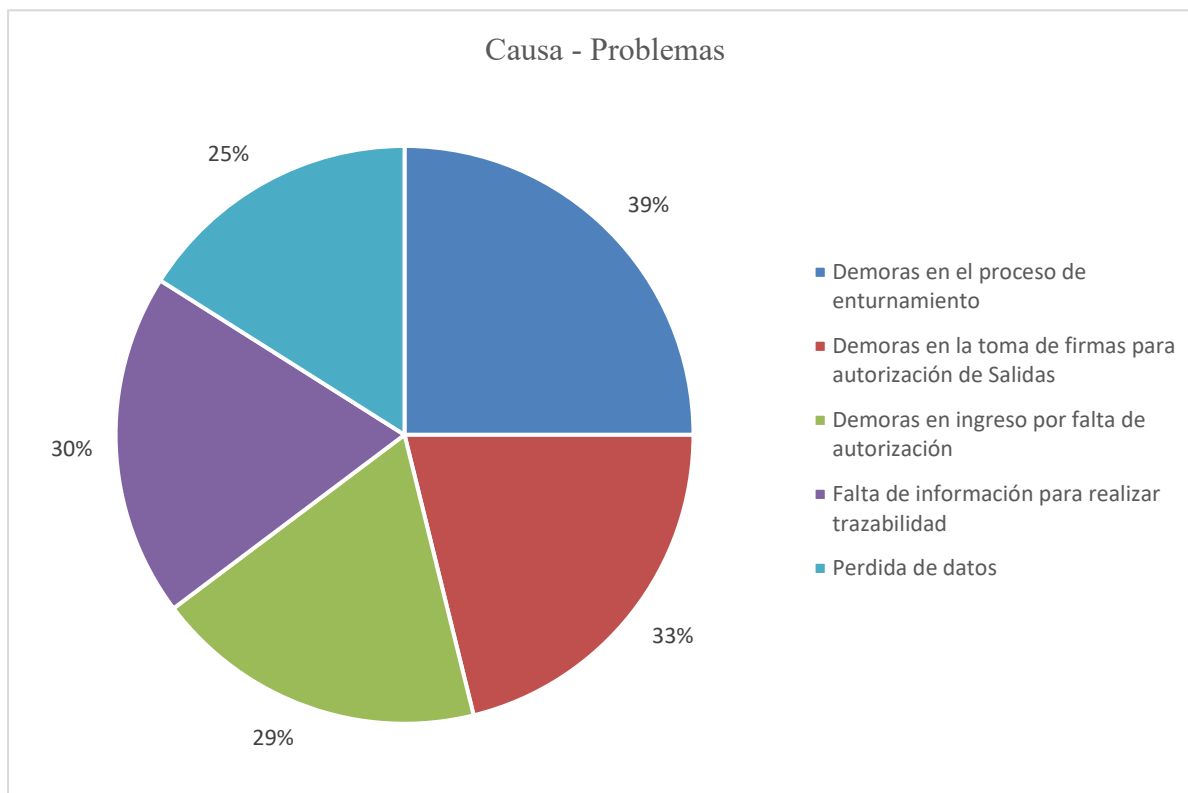
Identificación de problemas o ineficiencias

Causa - Problema	# Fallas	Datos	%
	Presentadas	Recolectados	
Demoras en el proceso de enturnamiento	35	90	39%
Demoras en la toma de firmas para autorización de Salidas	30	90	33%
Demoras en ingreso por falta de autorización	26	90	29%
Falta de información para realizar trazabilidad	27	90	30%
Perdida de datos	23	90	25%

Nota. Identificación de problemas e ineficiencias. Tomado de bases de datos existentes

Figura 2

Gráfico circular de demoras presentadas en el proceso de enturnamiento



Nota. Gráfico circular de fallas presentadas en el proceso. Tomado de bases de datos existentes

Al interpretar la información recolectada podemos deducir que el sistema actual presenta grandes fallas y demoras en la operación, razones por la cual se hace necesario la realización de este proyecto, con el objetivo de dinamizar la operación y hacerla mucho más eficiente.

Recopilación y Análisis de Datos

Tabla 3

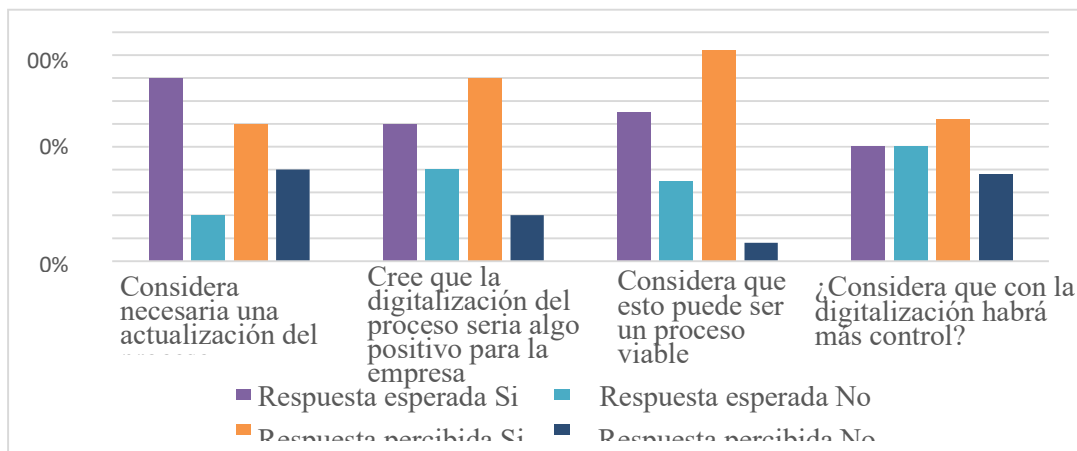
Cliente externo

Pregunta	Respuesta esperada		%	Respuesta percibida		%
	S	N		S	N	
	I	O		I	O	
¿Considera necesaria una actualización del proceso?	80%	20%	100%	60%	40%	100%
¿Cree que la digitalización sería algo positivo para la empresa?	60%	40%	100%	80%	20%	100%
¿Considera que esto es un proyecto viable?	65%	35%	100%	92%	8%	100%
¿Cree que con la digitalización habrá más control?	50%	50%	100%	62%	38%	100%

Nota. Esta tabla muestra la percepción del cliente externo.

Figura 3

Gráfico de columnas agrupadas de entrevistas al proceso actual



Nota. Gráfico de columnas agrupadas de entrevistas al proceso actual. Entrevistas realizadas en los datos recolectados anteriormente se evidencia gran aceptación por parte del cliente externo (conductores).

Tabla 4

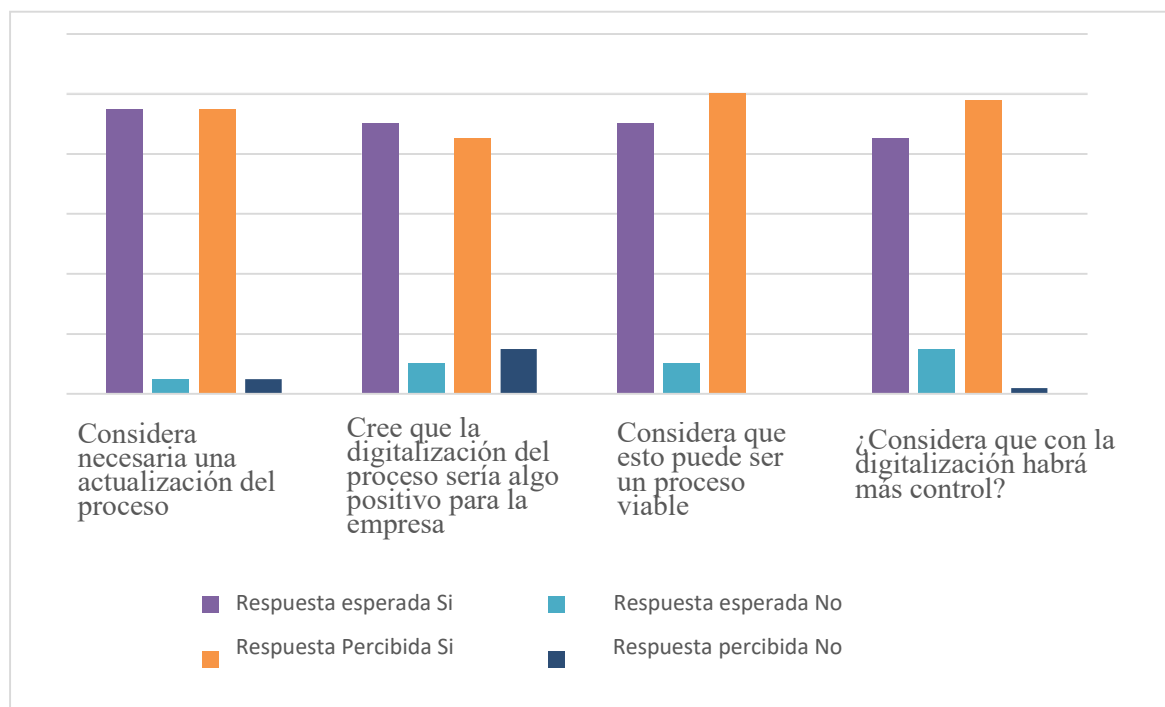
Cliente interno

Pregunta	Respuesta esperada		%	Respuesta percibida		%
	SI	NO		SI	NO	
¿Considera necesaria una actualización del proceso?	95%	5%	100%	95%	5%	100%
¿Cree que la digitalización sería algo positivo para la empresa?	90%	10%	100%	85%	15%	100%
¿Considera que esto es un proyecto viable?	90%	10%	100%	100%	0%	100%
¿Cree que con la digitalización habrá más control?	85%	15%	100%	98%	2%	100%

Nota. Percepción de clientes internos del proceso actual

Figura 4

Gráfico de columnas agrupadas de entrevistas al proceso actual



Nota. Gráfico de columnas de entrevistas al proceso actual

En los datos recolectados anteriormente se evidencia aceptación por parte del cliente interno (colaboradores).

Análisis General de las Gráficas del Proceso de Entrenamiento

El análisis de las gráficas obtenidas a partir de los registros operativos, observaciones en campo y herramientas de diagnóstico permite evidenciar las principales ineficiencias y puntos críticos del proceso de entrenamiento de vehículos de carga pesada.

Cada representación visual, como tablas de tiempos, entrevistas, indicadores y el diagrama de Ishikawa proporcionan información complementaria que, en conjunto, revela la necesidad de un rediseño integral del procedimiento actual.

Análisis de la Tabla de Tiempos Promedio de Espera por Vehículo

La tabla evidencia que el tiempo total promedio del proceso de entornamiento es de 245 minutos (aproximadamente 4,08 horas), lo cual representa una demora significativa frente a los estándares esperados para operaciones logísticas eficientes.

El mayor porcentaje del tiempo total se concentra en la etapa de proceso de cargue o descargue (90 minutos), seguida por el proceso de espera para ingreso al área de cargue (60 minutos) y registro de llegada (35 minutos).

Estos resultados reflejan una baja rotación de vehículos y un aprovechamiento ineficiente de los recursos logísticos disponibles, ocasionando congestión y tiempos muertos.

Análisis del Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)

El diagrama de Ishikawa permitió clasificar las causas principales de las ineficiencias en cinco categorías: Métodos, Mano de obra, Maquinaria, Materiales y Medio (entorno).

Se identificó que las demoras y congestiones se originan, principalmente, en causas asociadas a:

Métodos

Falta de planificación y programación de turnos, ausencia de un sistema digital automatizado.

Mano de Obra

Errores por digitación manual, resistencia al cambio y deficiencia en la comunicación entre operadores y conductores.

Medio

Infraestructura limitada en el área de parqueo y escasa señalización.

Costos Ocultos

Consumo adicional de combustible y tiempo improductivo, producto de las esperas prolongadas.

Este análisis confirma que el problema no es aislado, sino que responde a causas interdependientes que afectan el flujo continuo de los vehículos dentro del sistema logístico. Por tanto, la solución requiere una estrategia integral de mejora, que combine acciones tecnológicas, operativas y de gestión humana.

Análisis del Diagrama de Flujo del Proceso Actual

El flujo del proceso actual evidencia una secuencia lineal con múltiples puntos de espera y pasos redundantes.

Se observan actividades que no agregan valor, como la doble verificación documental y la digitación manual de datos ya registrados previamente.

Además, la ausencia de un control visual o digital de los turnos provoca cuellos de botella en las etapas de asignación e ingreso, afectando la productividad general.

La estructura del flujo sugiere la necesidad de implementar un sistema de gestión digital de entornamiento (software o app móvil) que permita monitorear en tiempo real los vehículos y reducir la intervención manual.

Análisis del Gráfico de Congestión en Patio

El comportamiento observado en los horarios de mayor afluencia de vehículos (horas pico) demuestra que la capacidad instalada del patio no es suficiente para la cantidad de vehículos que llegan simultáneamente.

Durante estos periodos, el nivel de ocupación supera el 100 %, generando demoras y consumo innecesario de combustible.

Esto confirma que el proceso requiere una redistribución física de espacios y una planificación escalonada de llegadas, apoyada en la programación anticipada de citas o turnos.

Conclusión del Análisis General

De manera integral, el análisis de todas las gráficas y herramientas demuestra que el proceso actual de entornamiento no garantiza eficiencia ni control operacional, ya que presenta:

- Demoras promedio superiores a 4 horas.
- Variabilidad significativa entre etapas.
- Procesos manuales y redundantes.
- Falta de infraestructura adecuada.

Por lo tanto, se hace necesario implementar una propuesta de mejoramiento integral, orientada a la automatización del proceso, capacitación del personal, rediseño del flujo operativo y optimización del espacio físico, con el fin de lograr una reducción sustancial de los tiempos de espera y los costos logísticos ocultos.

Tabla 5*Análisis DOFA (Diagnóstico Preliminar)*

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Experiencia en comercialización agroindustrial.	Posibilidad de implementar logística 4.0.	Procesos manuales de entornamiento.	Congestión vial externa.
Alianzas con proveedores nacionales e internacionales.	Políticas públicas que apoyan la digitalización logística.	Demoras en cargue y descargue.	Competencia con empresas tecnológicamente más avanzadas.

Nota. Análisis DOFA

Estrategias FO, DO, FA, DA***FO (Fortalezas–Oportunidades)***

Usar la experiencia en el sector agroindustrial y las alianzas estratégicas para apalancar la implementación de logística 4.0.

DO (Debilidades–Oportunidades)

Transformar los procesos manuales en digitales aprovechando políticas públicas de digitalización logística.

FA (Fortalezas–Amenazas)

Aprovechar las alianzas con proveedores para enfrentar la congestión vial externa mediante convenios de ventanas de carga.

DA (Debilidades–Amenazas)

Reducir la dependencia de planillas físicas y capacitar al personal para mitigar riesgos frente a la competencia tecnológica y a la resistencia al cambio.

Estrategias Logísticas

La propuesta de mejoramiento del entornamiento en Solupalma se centra en la reorganización del flujo vehicular y la optimización de recursos operativos. Se plantean las siguientes acciones:

Implementación de Programación Anticipada

Los transportadores podrán registrar previamente sus turnos de cargue y descargue mediante una plataforma web o aplicación móvil.

Gestión de Patios (Yard Management)

El acceso de vehículos se realizará de forma controlada y secuencial, reduciendo la congestión.

Señalización y Zonas de Espera Diferenciadas

Establecer carriles exclusivos para ingreso, espera y cargue, evitando cruces innecesarios.

Capacitación del Personal Logístico

Formación en el uso de herramientas digitales y protocolos de atención rápida.

Estrategias Tecnológicas

Sistema Digital de Entornamiento

Plataforma web conectada con la base de datos de la empresa, permitiendo:

- Registro de transportadores.
- Validación automática de documentos (cédula, licencia, matrícula).
- Generación de turnos con códigos QR.

Uso de Tecnologías RFID y QR

para identificar vehículos y conductores en tiempo real.

Integración con GPS

Monitoreo de ubicación de los vehículos en camino a la planta.

Bases de Datos en la Nube

Almacenamiento seguro y accesible de la información logística.

Estrategias de Sostenibilidad

- Eliminación progresiva del uso de planillas físicas, disminuyendo el consumo de papel.
- Reducción de tiempos de espera, lo que implica menor consumo de combustible.
- Alineación con los ODS 9 y 12 mediante la innovación tecnológica y el consumo responsable de recursos.

Proceso Propuesto (Flujo Mejorado)

- Pre-registro en línea del transportador.
- Validación documental digital.
- Asignación de turno y generación de QR.
- Ingreso al patio mediante lector digital.
- Cargue/descargue supervisado.
- Salida registrada automáticamente.
- Esto permitirá transformar un proceso manual y demorado en un sistema digital, ágil y trazable.

Presupuesto de la Propuesta

Para la implementación del plan de mejoramiento del proceso de enturnamiento en Solupalma, se estiman los siguientes rubros presupuestales, los cuales contemplan materiales operativos, tecnología, desarrollo de software, capacitación y actividades de recolección de datos. El presupuesto se estructura de manera que respalde las fases del cronograma y garantice la viabilidad técnica del proyecto.

Rubros para Considerar

Materiales y Suministros

- Formularios, papel y bolígrafos para registros iniciales
- Cronómetros, cámaras y dispositivos móviles para toma de tiempos y evidencias fotográficas.

Tecnología

- Licencias de software para análisis de datos (Excel avanzado o software estadístico).
- Herramientas básicas de simulación para el modelamiento del proceso.

Recolección de Datos

- Impresión de encuestas, entrevistas y formatos de observación.
- Gastos operativos asociados al levantamiento de información en campo.

Capacitaciones

- Talleres sobre toma de tiempos, manejo de herramientas digitales y operación del sistema propuesto.

Desarrollo Tecnológico

Construcción de un módulo digital básico de entornamiento (app/web), que incluye programación móvil, backend y frontend

Tabla 6

Presupuesto estimado de la propuesta

Rubro	Descripción	Costo estimado
Materiales	Formularios, papel, cronómetro	COP 100.000
Tecnología / Software	Licencia de software estadístico o simulación	COP 250.000
Desarrollo (equipo de software)	Programadores móviles + backend + frontend	COP 960.000
Capacitación	Taller de logística para personal operativo	COP 400.000
Recolección de datos	Impresión encuestas / entrevistas	COP 150.000
Gastos imprevistos	Reserva para sobrecostos (10%)	COP 100.000
Total, estimado		≈ COP 1.960.000

Nota. Se realiza un presupuesto estimado.

Justificación del Presupuesto

Materiales y suministros

son necesarios para documentar el proceso actual, registrar tiempos y soportar las observaciones de campo.

Tecnología

Permite realizar análisis estadísticos y pruebas de simulación que fundamentan la propuesta de mejora.

Capacitación

Garantiza que el personal operativo y administrativo adopte la herramienta digital, reduciendo la resistencia al cambio.

Recolección de Datos

Facilita la aplicación del enfoque mixto mediante encuestas, entrevistas y observaciones estructuradas.

Gastos Imprevistos

Cubren ajustes no previstos durante la ejecución del proyecto, asegurando la continuidad del proceso.

Cronograma del Proyecto**Tabla 7**

Duración estimada: 24 semanas (6 meses)

Fase	Actividad principal	Semanas
1	Diagnóstico del proceso actual	1–4
2	Diseño del proceso digital y requerimientos	5–7
3	Selección/desarrollo del software y piloto	8–12

Fase	Actividad principal	Semanas
4	Implementación del sistema	13–18
5	Evaluación e informe final	19–24

Nota. Tiempos estimados del cronograma. Teniendo en cuenta tiempos obtenidos de observación

Tabla 8

Análisis DOFA de la Propuesta

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Plataforma digital de enturnamiento.	Políticas nacionales de transformación digital.	Inversión inicial en tecnología.	Resistencia al cambio por parte del personal.
Reducción de tiempos improductivos.	Posibilidad de replicar en otras empresas.	Capacitación necesaria.	Limitaciones de conectividad en zonas rurales.

Nota. Análisis DOFA

La implementación de la propuesta generará los siguientes resultados:

- Reducción del 40 % en los tiempos de espera de los transportadores.
- Optimización del flujo vehicular, disminuyendo la congestión en zonas de cargue.
- Incremento del 25 % en la productividad operativa, medido en número de vehículos atendidos por día.
- Reducción de costos ocultos asociados al tiempo improductivo.

- Mayor satisfacción de transportadores y clientes, gracias a procesos más ágiles y transparentes.
- Sostenibilidad ambiental, con un ahorro proyectado del 60 % en uso de papel y reducción de emisiones de CO₂ por menor tiempo de espera.

Estos resultados alinean a Solupalma con las tendencias internacionales en logística digital y con la política nacional de transformación digital del transporte en Colombia.

Conclusiones

El análisis del proceso de entornamiento de vehículos de carga pesada en la empresa Solupalma permitió evidenciar que la gestión manual, basada en registros en planillas físicas y validaciones documentales presenciales, constituye un cuello de botella crítico en la operación logística. Los resultados del diagnóstico muestran tiempos promedio de proceso cercanos a las cuatro horas por vehículo, congestión recurrente en las zonas de cargue, errores de información y costos ocultos asociados al tiempo improductivo de los conductores y al consumo excesivo de combustible. Estas ineficiencias impactan de manera directa la productividad operativa, la satisfacción de los actores involucrados y la competitividad logística de la organización.

El estudio confirmó que las causas raíz de estas problemáticas se relacionan principalmente con la ausencia de un sistema digital de programación y control de turnos, la falta de estandarización de procedimientos, la limitada infraestructura de patio y las oportunidades de mejora en la capacitación y comunicación del personal. El uso de herramientas de diagnóstico como tablas de tiempos, entrevistas a cliente interno y externo y el diagrama de Ishikawa permitió validar que el problema del entornamiento no es aislado, sino sistémico, y que su solución requiere una intervención integral de tipo tecnológico, operativo y organizacional.

La propuesta de digitalización del proceso de entornamiento, enmarcada en los principios de la logística 4.0, constituye una alternativa viable y pertinente para Solupalma. El diseño de un sistema que integre prerregistro en línea, validación digital de documentos, asignación de turnos mediante códigos QR, monitoreo del flujo vehicular y registro automático de entradas y salidas, se proyecta como una solución capaz de reducir en al menos un 40 % los tiempos de espera, incrementar en un 25 % la productividad operativa y disminuir en un 60 % el consumo de papel asociado al proceso. Estos resultados esperados se encuentran alineados con los indicadores

clave de desempeño (KPIs) definidos en el proyecto y proporcionan una base objetiva para evaluar el impacto de la implementación.

Desde una perspectiva estratégica, la adopción de esta propuesta posiciona a Solupalma como una empresa que avanza hacia la logística digital y sostenible, coherente con las tendencias internacionales y con la Política Nacional Logística. Además, el carácter replicable del modelo de entornamiento digital diseñado en este proyecto permite que los aprendizajes obtenidos puedan ser transferidos a otras organizaciones del sector agroindustrial colombiano, consolidando ventajas competitivas en términos de eficiencia, trazabilidad y responsabilidad ambiental. En consecuencia, se concluye que la transformación digital del proceso de entornamiento no solo es necesaria para corregir las ineficiencias actuales, sino que representa una oportunidad estratégica para fortalecer la competitividad de Solupalma en el mediano y largo plazo.

Recomendaciones

Con base en los hallazgos de esta investigación, se presentan las siguientes recomendaciones para la optimización del proceso de enturnamiento en la empresa Solupalma. Estas sugerencias están orientadas a mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y el mejoramiento de todas las fases que hacen parte del proceso del enturnamiento.

En primer lugar, se busca implementar un plan piloto de enturnamiento digital con códigos QR, aplicable inicialmente en un grupo reducido de vehículos, con el fin de evaluar su desempeño en términos de reducción de tiempos, confiabilidad en el registro de datos y facilidad de uso para conductores y personal interno.

Así mismo, es fundamental capacitar al personal logístico y a los transportadores en el manejo de la plataforma digital, promoviendo la apropiación tecnológica mediante talleres prácticos, simulaciones de ingreso y protocolos de contingencia. Es fundamental que el factor humano se encuentre preparado para garantizar la transición exitosa hacia un nuevo sistema.

También se busca expandir el sistema hacia una plataforma integral de logística digital, que no solo contemple el enturnamiento, sino también módulos de gestión de inventarios, monitoreo de transporte, trazabilidad documental y seguridad en la operación. Esto permitirá a Solupalma consolidar una solución integral de logística 4.0, alineada con las mejores prácticas internacionales.

Otro aspecto clave es gestionar alianzas estratégicas con proveedores tecnológicos que aseguren la actualización continua de la plataforma digital, así como la incorporación de nuevas funcionalidades (inteligencia artificial, analítica predictiva, gemelos digitales). Esta estrategia permitirá que el sistema mantenga su vigencia y escalabilidad en el tiempo.

Referencias

- ABI Research. (2023). Yard Management System (YMS): Competitive ranking and market trends. ABI Research. <https://www2.deloitte.com>
- Asecarga. (2021). *Informe de competitividad logística del transporte de carga en Colombia*. Asociación Nacional de Transporte Empresarial.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación.
- Banco Mundial. (2023). Índice de desempeño logístico (LPI). <https://lpi.worldbank.org>
- Calatayud, A. (2022). Impulsando la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://publications.iadb.org>
- CEPAL. (2020). Infraestructura logística y conectividad en América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org>
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson Education.
- Deloitte. (2021). Digital supply chain resilience report. Deloitte Insights. <https://www2.deloitte.com>.
- Driv.in. (2025, febrero). La logística en Colombia se fortalece con la adopción de sistemas TMS y WMS. Driv.in. <https://driv.in>.
- Fernández-Caramés, T. M., Fraga-Lamas, P., & Suárez-Albela, M. (2024). An autonomous UAV warehouse system with blockchain-based traceability (*arXivPreprint No. arXiv:2402.00709*). <https://arxiv.org/abs/2402.00709>
- Hakimi, D., Ramzi, A., & Belkadi, F. (2025). Digital twin approach for port yard operations optimization. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2503.13511>

- Helo, P., Suoranta, M., & Hao, Y. (2024). Applications of digitalization in logistics: A systematic review. *Journal of Manufacturing Systems*, 72, 455–468.
<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2024.05.006>
- Hikvision. (2024). *Yard management systems: Optimizing truck flow for efficient park operations*. <https://www.hikvision.com/en/products/ITS-Products/>
- Hofmann, E., & Rüsçh, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23–34.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- Li, X., Zhang, Y., & Chen, J. (2025). Digital twin-based logistics optimization: A case study in supply chain management. *Scientific Reports*, 15(1), 114–126.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-96641-z>
- Martínez, J., & Torres, P. (2023). Digitalización logística en Colombia: Retos y oportunidades. *Revista de Logística y Supply Chain*, 12(2), 45–62.
- Ministerio de Transporte. (2022). Estadísticas de transporte de carga en Colombia. Ministerio de Transporte de Colombia. <https://www.mintransporte.gov.co>
- Siddique, M., Khan, S., & Rahman, M. (2024). Intelligent logistics vehicles with advanced tracking: A new paradigm for supply chains. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2402.11829>
- Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2019). *Operations management* (9th ed.). Pearson.
- Supply Chain 247. (2025). Yard management systems update 2025: Transforming the modern supply chain. Supply Chain 247. <https://www.supplychain247.com>

Apéndices

Apéndice A

Inspección de Vehículos de Carga

Versión: 002
 Fecha: 30/04/2025

INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS DE CARGA SECA- DESPACHO

Fecha: <u>20-11-2025</u>	Hora: <u>08:47</u>
Producto: <u>Leche fresca</u>	Placa del Vehículo: <u>XVJ 901</u>
Nombre Conductor: <u>Maxwell Pineda</u>	Presentación del producto: <input checked="" type="checkbox"/> Seco <input type="checkbox"/> Grano <input type="checkbox"/> Big Bag <input type="checkbox"/> Otro
Unidad de carga: <input type="checkbox"/> Caneado <input type="checkbox"/> Fardo <input type="checkbox"/> Contenedor <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Aspa <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	


Convenciones: C: cumple N: No cumple NI: No aplica

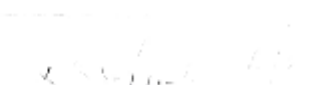
VERIFICACIÓN DEL PERSONAL				
VESTUARIO Y EPP	C	N	N/A	OBSERVACIONES
¿El conductor cuenta con los elementos necesarios para el trabajo? (Al menos casco, guantes, zapatos adecuados, chaleco reflectante, etc.)	C			
¿El conductor utiliza el equipo de protección personal (EPP) adecuado para el trabajo que realiza?	C			

LISTA DE VERIFICACIÓN				
CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES	C	N	N/A	OBSERVACIONES
¿El conductor realiza la inspección pre-despacho del vehículo para verificar el estado de los sistemas de seguridad?	C			
¿Se cuenta con el plan de emergencia?	C			
¿El vehículo cuenta con una copia de los planos de seguridad?	C			

CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES MÓDULO DE CARGA SECA				
INSPECCIÓN DEL VEHÍCULO	C	N	N/A	OBSERVACIONES
¿El interior del cargo se observa que está protegido contra la humedad y no presenta signos de corrosión?	C			
¿Se observan la cantidad del trabajo en los niveles de trabajo, altura, anchura y peso?	C			
¿Se verifica el estado de la carga, empaques, peso, altura y capacidad de carga?	C			
¿Se cuenta con plan de trabajo que no esté obsoleto y se encuentre firmado y sellado?	C			
¿Cuenta con sistema para la inspección de empaques?	C			
¿Las prácticas y procedimientos de empaque de los productos de carga cumplen con los requisitos?	C			
¿Se verifica que el conductor haya asegurado o asegurado los productos antes de iniciar el despacho?	C			
¿Se observa que el área alrededor de la carga no está libre de objetos o personas?	C			
¿Se observa que los trabajadores en ciertas condiciones de trabajo, iluminación, ruido o vibración?	C			
¿Se observa que el área está organizada, sin residuos y elementos que se puedan resaca?	C			

ANÁLISIS DEL RIESGO Y TONA DE DEBILIDADES	


 FIRMA DE QUIEN REALIZA LA INSPECCIÓN


 FIRMA CONDUCTOR

Apéndice B

Planilla de enturnamiento de conductores

Nº	Conductor	Nº Cedula	Placa	Fecha de Radiación	Firma Conductor	Observación
1	Radolfo Molina	1314178	MD569	07.01	Radolfo	carro
2	Reynaldo Pina	9172014	MD569	07.18	Reynaldo	
3	Jorge Rojas	41602050	715394	7.20	Jorge	carro
4	Yenny Pineda	4404484	805144	7.34	Yenny	carro
5	Ortiz Escobar	39316952	30N-828	8.45	Ortiz	carro
6	Leon Roguivel	37105816	THR489	9.45	Leon	carro
7	Alfonso Cuevas	11003200	SP-6611	29.10.49	Alfonso	carro
8	Julio Vazquez	30078024	UM1001	10.49	Julio	carro
9	Sharon Torres V.	80390685	54107	11.30	Sharon	carro
10	Luis Barbasa	19418842	SKW73	1.12	Luis	carro
11	José Vercin	109865590	NRG042	2.14	José	carro
12	Agnes	3920970	TL295	03.03	Agnes	carro
13	Diego	10960067	00013	15.06	Diego	carro
14	Laura Pineda	1076200618	XLR904	15.28	Laura	carro
15	Yenny Pineda	69000576	5BD619	5.30	Yenny	carro
16	Radolfo Pineda	93440091	UN511	17.18	Radolfo	carro
17	Yenny Pineda	96004215	LIK577	17.25	Yenny	carro
18						
19						

Apéndice C

Documentos físicos de conductores

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE TRANSPORTE

LICENCIA DE TRÁNSITO No.

PLACA KVK961	MARCA KENWORTH	LICENCIA T800	PERIODO 1996
CANTIDAD DE 14.000	COLORES ROJO	SERVICIO PÚBLICO	CAPACIDAD DE PL. 0
CLASE DE VEHICULO TRACTOCAMION	TIPO CARRROPIÑA SRS	CONDUCTOR MARCELL	CONDUCTOR DE PL. 0
NUMERO DE VEHICULO 15684118	SEXO S	VEN *****	
NUMERO DE DORSAL R774803	REG N	NUMERO DE CIUDADANO 774803	PROV. N

PROPIETARIO: SUELOS Y MOBILIARIOS
CUARTE REY SANDRA JULIANA Y OTROS(S)

IDENTIFICACION
C.C. 8338887

REPÚBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CÉDULA DE CIUDADANIA

MAESTRO
MENDEZ RODRIGUEZ

APPELLIDO
MARCELL

CONDOMINIO
Marcell F. Mendez

1966



IDENTIFICACION PERSONAL

FECHA DE NACIMIENTO 16/01/1966	SEXO M	ESTADURA 1.75
FECHA DE EMISION 03/10/2025	FECHA DE VENCIMIENTO *****	ESTADURA A-

DIR TTDyTE FLORIDABLANCA



LT11000

FECHA DE NACIMIENTO **26-ABR-1966**

NEIVA
(HOLA)

LUGAR DE NACIMIENTO
1.75

ESTADURA **A-** **M**

18-SEP-2008 **BARANA DE TORO**

FECHA Y LUGAR DE EMISION



A927400-110803-M-10-120801-2580312 007082500A-1 14600041

Handwritten signature