Análisis de los sistemas de gestión logística y propuestas de métodos técnicos estandarizados para la optimización del almacenamiento y despacho en una empresa de concentrados de animales de producción pecuaria.

Analizar los sistemas de gestión logística y proponer métodos técnicos estandarizados para optimizar el almacenamiento y despacho en una empresa de concentrados de animales de producción pecuaria.

Jeferson Bueno, estudiante de Ingeniería Industrial

Correo: jeferson.bueno@uniminuto.edu.co

Asesora: Yeimy Edith Trujillo

Corporación Universitaria Minuto de dios- UNIMINUTO

Facultad de Ingeniería Industrial

Jeferson Bueno. B 2026

A mi madre Isabel, por su apoyo incondicional, su paciencia infinita y su fe inquebrantable en mis capacidades. A mi amada hija Lucia, quien ha sido mi motor, mi luz y mi más grande inspiración en cada noche de desvelo y en cada paso de este camino universitario. Este logro es, ante todo, el cimiento de un futuro que construyo para ti. Y a aquellas personas que, con su guía y presencia constante en mi vida, comparten este sueño y me impulsaron a culminar con éxito mi formación profesional.

— *Jeferson Bueno*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a todas las instituciones y personas que hicieron posible la culminación de este trabajo de grado y mi formación como Ingeniero Industrial:

A la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, por abrirme las puertas de su facultad, brindarme los conocimientos técnicos y avivar mi crecimiento profesional y humano a lo largo de estos años de carrera.

A mis docentes y asesores de proyecto, por compartir su experiencia con paciencia, exigir lo mejor de mí en cada entrega y guiarme con su enfoque metodológico para estructurar este análisis logístico con el rigor científico necesario.

A la empresa de concentrados pecuarios, por permitirme realizar este análisis a su planta pecuaria, darme acceso a la información operativa de los muelles y brindarme el espacio para aplicar los conocimientos de Ingeniería.

Al personal operativo de la planta (bodegueros, montacarguistas y analistas), quienes con su disposición en el día a día me facilitaron la toma de tiempos por cronometraje y enriquecieron el diagnóstico de campo con sus valiosos puntos de vista.

A mi familia y seres queridos, por ser el soporte diario, comprender mis horas de ausencia durante las jornadas de estudio y darme el aliento necesario para alcanzar esta meta profesional.

Contenido

..... 1

Introducción. 8

Problema. 9

Objetivos 10

Justificación 11

Marco de Referencia. 12

Metodología. 20

Resultados. 23

Conclusiones. 33

Recomendaciones. 34

Referencias Bibliográficas 36

Resumen

El presente trabajo de grado se desarrolló en una planta de procesamiento de alimentos balanceados para animales de producción pecuaria, con el objetivo de analizar los sistemas de gestión logística actuales y proponer métodos técnicos estandarizados que optimicen los procesos de almacenamiento y despacho de producto terminado. En el diagnóstico inicial se identificó un problema crítico de saturación en el patio de maniobras, donde el tiempo total de despacho por vehículo se degradaba drásticamente de un parámetro ideal de 2.00 horas hasta alcanzar picos de 5.00 horas en momentos de alta demanda.

Para resolver esto, el trabajo se dividió en tres partes. En la primera, se estudió el proceso paso a paso y se tomaron los tiempos reales de carga con cronómetro. En la segunda parte, se utilizaron fórmulas matemáticas de líneas de espera para analizar el muelle de bultos, donde atienden a 60 camiones diarios (divididos en 15 distribuidores tipo A, 25 tipo B y 20 clientes directos). El análisis demostró que el muelle está colapsado porque los camiones llegan de forma desordenada y al mismo tiempo. Además, se descubrió un cuello de botella importante: la planta tiene 4 muelles de carga, pero solo cuenta con 3 montacargas, y cuando llega un camión de estibas, se saca un montacargas para atenderlo, dejando el muelle de bultos sin equipos suficientes para trabajar. Toda esta situación hace que el nivel de servicio baje al 84% y que menos de la mitad de los pedidos salgan perfectos, generando estrés y discusiones entre los conductores y los trabajadores.

Finalmente, en la tercera parte se diseñó la propuesta de mejora basada en tres soluciones: 1) Organizar la llegada de los camiones por medio de citas previas, limitando la entrada a máximo 5 camiones por hora; 2) Reorganizar el diseño de la bodega (Layout ABC) para colocar los productos que más se venden justo al frente de los muelles, evitando que los

montacargas hagan recorridos largos; y 3) Dejar listos los pedidos más difíciles desde la noche anterior (pre-picking). Con estas propuestas se logra equilibrar el trabajo, acabar con las largas filas en el patio, reducir los tiempos de espera y mejorar el ambiente laboral en la planta.

Palabras clave: Gestión Logística, Teoría de Colas, Tasa de Servicio Ponderada, Clasificación ABC, Tiempos de Despacho, Alimentos Concentrados.

Introducción.

La competitividad en la industria alimentaria ha tomado fuerza en las últimas 2 décadas debido a altos estándares de calidad que se han venido implementando en las industrias de diferentes sectores a nivel global y en la cual, la alimentación de animales de producción pecuaria no es indiferente a estos estándares; adicional a esto, se suma las normas que establecen una red de abastecimiento, distribución y aceptación por parte del cliente final quien en ultimas instancias es quien ve reflejado en su satisfacción todas las operaciones logísticas que se implementaron en el proceso y cumplimiento oportuno de su necesidad.

Este trabajo se desarrolla en una empresa dedicada al procesamiento de alimentos balanceados para animales de beneficio y producción pecuaria y en el cual se deben establecer inventarios verificados, despachos eficientes desde la empresa a las granjas o clientes y que este contenida en una logística eficiente y optima. Actualmente, se ha evidenciado cuellos de botella en los sistemas de almacenamiento de producto terminado, despacho de producto terminado y el servicio al cliente; por lo que, un vehículo que debe ser despachado en dos horas desde su entrada hasta su salida de la empresa, se convierte en cuatro o cinco horas de espera.

Este análisis busca recopilar información suficiente que permita estudiar las variables que intervienen en estos cuellos de botella con la finalidad de diseñar propuestas basadas en la aplicación de herramientas de ingeniería industrial como por ejemplo la teoría de colas útil en la línea de espera a cargue de los vehículos, otro ejemplo son los diagramas de flujo que reflejaran la secuencia operativa de los pedidos, alistamientos y despachos y como ultimo ejemplo están los indicadores KPI´s que sirven para medir que tan bien o mal se están realizando las operaciones

en un sistema productivo. Estas herramientas enmarcan conceptos claves como optimización de procesos, estandarización de estos procesos y mejora continua en cada una de las operaciones que conforman los procesos logísticos de esta empresa.

Problema.

La empresa productora de alimentos balanceados para la producción pecuaria atraviesa una crisis en su área logística de almacenamiento y despacho del producto terminado debido a condiciones de espacio y a un alto volumen de inventario sin tener en cuenta la clasificación ABC en más de 90 referencias.

Descripción del problema:

Esta situación ha derivado en errores de despacho, errores en la rotación de los productos, reprocesos, tiempos de picking y a una insatisfacción del cliente por los deficientes tiempos de despacho o incluso de pedidos incompletos debido a falta de producto; sumado a esto, los indicadores de servicio han disminuido notablemente en las temporadas altas provocando un ambiente de trabajo tenso entre los bodegueros y los coteros quienes están directamente incluidos todo el tiempo de la operación logística.

Este sistema carece de estudios que brinden soluciones a los cuellos de botella que se presentan en el momento del alistamiento y despacho de los pedidos; el análisis del lead time y la teoría de colas, busca una optimización de los tiempos en los que un cliente solicita un pedido hasta su entrega y medir en qué momento la operación puede colapsar. Debido a estas restricciones el cuello de botella se ha centrado en los muelles, donde la capacidad de vehículos supera la permitida lo que incrementa más tiempos muertos y una degradación en la satisfacción del cliente. Es pertinente aclarar que el análisis de estas operaciones es la mejora continua, que

busca reducir las consecuencias que trae el incumplimiento de los acuerdos exigidos por el mercado moderno como lo es la ANS (Acuerdo de Nivel de Servicio), la imagen de la empresa en el sector comercial y los costos de operación que acarrean pérdidas millonarias.

Pregunta problema:

¿Cómo la estandarización de los sistemas logísticos y métodos técnicos influye en los tiempos de despacho, manejo de inventarios y optimización de espacio en una empresa productora de concentrados pecuarios en la ciudad de Pereira?

Objetivos

Objetivo General:

Establecer metodologías y modelos logísticos que contribuyan con la estandarización de almacenamiento y despacho de producto terminado; con el fin de mejorar la eficiencia operativa y de inventarios en una empresa productora de concentrados pecuarios.

Objetivos Específicos:

1. Realizar un diagnóstico de flujo a los sistemas logísticos donde se evidencia cuellos de botella que afectan la operación de despacho.
2. Detallar y analizar indicadores que estén asociados al sistema de operación logística.
3. Sugerir un sistema de almacenamiento y despacho a través de indicadores de desempeño que respalden el resultado del diagnóstico, como tiempo de ciclo, rotación de inventarios y niveles de satisfacción.

Justificación

El análisis de los modelos logísticos que se enfocan en el aprovechamiento de espacios, distribución y almacenamiento de productos terminados es importante para aquellas empresas que presentan una deficiencia en los inventarios y en el almacenamiento. Esto ha ocasionado que el servicio en las operaciones de despacho y la satisfacción del cliente no sea la deseada o la esperada por las empresas. La importancia de estandarizar métodos de almacenamiento, despacho y servicio al cliente permite que las MYPES estén a la altura de grandes organizaciones quienes han demostrado una logística aplicada en sus operaciones y en los respaldos por parte del cliente.

Una organización que constituye un almacenamiento del producto terminado organizado y clasificado, un picking optimo y la eficiencia en la entrega oportuna al cliente es una organización que se gana el reconocimiento comercial, lo que le permitirá expandir y aumentar sus operaciones. De esta manera, el análisis a la empresa de concentrados nos presentara los desafíos logísticos que se deberán intervenir basados en los resultados obtenidos con la finalidad de mantener su posicionamiento en el sector agropecuario.

La iniciativa de este análisis de operaciones logísticas en esta empresa asentará bases estratégicas para una transición de logística empírica a una logística con estándares técnicos y de gestión, lo cual permite eliminar el cuello de botella que se presenta en almacén. Por otro lado, al tener un estudio previo de la operación permitirá agilizar la estandarización en el almacenamiento y picking de los pedidos que resulta en un aumento en la competitividad, dándole a la empresa un factor diferenciador que impulse la confianza de los clientes y la reducción del estrés operativo al tener un sistema con procedimientos y preoperacionales.

En consecuencia, el planteamiento de las propuestas estará basadas en este análisis y orientadas a la reducción de costos, tiempos e indicadores de eficacia y eficiencia que calificaran en tiempo real la mejora continua y el desarrollo de las propuestas que se dejaran en este análisis. Por lo tanto, determinar las ineficiencias existentes permite a su vez determinar oportunidades de mejora que aporten a la competitividad y sostenibilidad del sector agropecuario.

Marco de Referencia.

Marco legal

El desarrollo del presente estudio se sustenta en el conjunto de normas jurídicas que regulan la producción, almacenamiento, comercialización y distribución de alimentos para animales en Colombia, así como aquellas disposiciones relacionadas con la logística, la sanidad y la seguridad en el sector agropecuario. Estas normativas establecen los lineamientos necesarios para garantizar la calidad, inocuidad y eficiencia en los procesos logísticos de las empresas del sector.

En primer lugar, es importante destacar la normatividad emitida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), entidad encargada de la regulación, control y vigilancia sanitaria de los insumos agropecuarios. En este sentido, la Resolución 61252 de 2020 establece los requisitos para el registro, control y comercialización de alimentos para animales, con el propósito de garantizar que estos productos cumplan con condiciones de calidad e inocuidad, evitando riesgos para la salud animal y en consecuencia, para la cadena productiva agropecuaria (ICA, 2020).

De igual manera, la Resolución 3761 de 2009 regula las condiciones de almacenamiento y comercialización de alimentos para animales, estableciendo parámetros relacionados con la

higiene, el control de plagas, el uso de estibas para evitar el contacto directo con el suelo, la adecuada ventilación y la correcta organización de los productos. Estas disposiciones son fundamentales para asegurar la conservación de las características físicas y microbiológicas de los alimentos, evitando su deterioro y contaminación (ICA, 2009).

Adicionalmente, la Resolución 69245 del ICA establece las Buenas Prácticas de Almacenamiento (BPA), las cuales incluyen lineamientos técnicos orientados a la correcta manipulación, conservación y distribución de los productos. Dentro de estos lineamientos se encuentran el control de temperatura, la rotación de inventarios (métodos como PEPS), la identificación de productos en cuarentena y la validación de equipos utilizados en el almacenamiento. Estas prácticas contribuyen significativamente a la eficiencia logística y a la reducción de pérdidas dentro de la cadena de suministro.

Asimismo, el Decreto 4765 de 2008 define la estructura y funciones del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), otorgándole la autoridad para ejercer control, inspección y vigilancia sobre los procesos relacionados con los insumos agropecuarios, incluidos los alimentos para animales. Esta normativa respalda la intervención del ICA en los procesos logísticos y sanitarios de las empresas del sector.

En conjunto, este marco legal proporciona las bases normativas necesarias para el análisis del sistema logístico de la empresa objeto de estudio, permitiendo evaluar su cumplimiento, identificar oportunidades de mejora y proponer estrategias alineadas con la legislación vigente, contribuyendo así al fortalecimiento de la eficiencia operativa y la competitividad en el sector agropecuario.

Marco investigativo.

El análisis de los sistemas logísticos en empresas del sector agropecuario ha sido objeto de múltiples investigaciones, debido a su impacto directo en la eficiencia operativa, la reducción de costos y la satisfacción del cliente. En este sentido, diversos estudios han abordado la importancia de la gestión de inventarios, el almacenamiento y la distribución como elementos clave dentro de la cadena de suministro.

A nivel internacional, Ballou (2004) destaca que la logística empresarial constituye un factor estratégico para las organizaciones, ya que permite integrar procesos como el almacenamiento, el manejo de inventarios y el transporte, con el objetivo de garantizar la disponibilidad del producto en el momento y lugar adecuados. Este autor resalta que una gestión logística eficiente puede representar una ventaja competitiva significativa en mercados altamente exigentes.

Por su parte, Chopra y Meindl (2016) plantean que la gestión de la cadena de suministro debe enfocarse en la coordinación de todos los procesos involucrados, desde la producción hasta la entrega final al cliente. En este contexto, el almacenamiento y el *picking* juegan un papel fundamental, ya que influyen directamente en los tiempos de respuesta y en la calidad del servicio logístico. En latinoamericano, estudios como el de Mora (2010) evidencian que muchas empresas presentan deficiencias en la organización de sus bodegas, lo que genera problemas como sobrecostos, pérdida de productos y retrasos en las entregas. Asimismo, se resalta la importancia de implementar sistemas de control de inventarios y metodologías como el sistema PEPS (primero en entrar, primero en salir), para garantizar la rotación adecuada de los productos.

A nivel nacional, investigaciones realizadas en Colombia han demostrado la necesidad de fortalecer los sistemas logísticos en el sector agropecuario. Según Restrepo y González (2018), las empresas del sector enfrentan desafíos relacionados con la infraestructura de

almacenamiento, la trazabilidad de los productos y el cumplimiento de normativas sanitarias, especialmente aquellas establecidas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Estos factores inciden directamente en la calidad de los productos y en la competitividad empresarial.

De igual manera, un estudio desarrollado por Ramírez (2019) sobre la gestión logística en empresas de alimentos balanceados para animales evidenció que la falta de estandarización en los procesos de almacenamiento y distribución afecta negativamente la eficiencia operativa. El autor concluye que la implementación de buenas prácticas logísticas, junto con el uso de indicadores de desempeño, permite optimizar los procesos y mejorar el servicio al cliente.

Asimismo, investigaciones recientes han enfatizado la importancia de la digitalización en la logística. Según Hernández et al. (2021), el uso de sistemas de información para la gestión de inventarios y la trazabilidad de productos contribuye a reducir errores, mejorar la toma de decisiones y aumentar la eficiencia en las operaciones logísticas.

En este contexto, el presente trabajo se fundamenta en estos antecedentes investigativos, los cuales evidencian la importancia de analizar y optimizar los sistemas logísticos en empresas del sector agropecuario. A partir de estos estudios, se reconoce que una adecuada gestión del almacenamiento, inventarios y distribución no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye al cumplimiento de normativas y al fortalecimiento de la competitividad empresarial.

Marco teórico.

El presente marco teórico se fundamenta en los principales conceptos y enfoques relacionados con la logística, la gestión de la cadena de suministro, el almacenamiento, la gestión de inventarios y la distribución, los cuales constituyen elementos esenciales para el análisis del

sistema logístico en una empresa del sector agropecuario dedicada a la producción y comercialización de alimentos para animales.

En primer lugar, la logística empresarial se define como el proceso de planificación, implementación y control eficiente del flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente de manera oportuna y eficiente (Ballou, 2004). Esta disciplina ha evolucionado hasta convertirse en un factor estratégico dentro de las organizaciones, ya que permite optimizar recursos, reducir costos y mejorar el nivel de servicio.

En este sentido, la logística forma parte integral de la cadena de suministro, la cual comprende todas las actividades relacionadas con la transformación de materias primas en productos terminados y su posterior entrega al cliente final. Según Chopra y Meindl (2016), la gestión de la cadena de suministro busca maximizar el valor total generado mediante la coordinación eficiente de los flujos de información, productos y recursos entre los diferentes actores involucrados. De igual manera, Christopher (2011) sostiene que una adecuada gestión de la cadena de suministro permite a las organizaciones responder de manera ágil a las demandas del mercado, fortaleciendo su competitividad.

Uno de los componentes fundamentales dentro del sistema logístico es la gestión de inventarios, la cual se encarga de controlar la cantidad de productos disponibles, asegurando un equilibrio entre la oferta y la demanda. De acuerdo con Heizer y Render (2014), una gestión eficiente de inventarios permite minimizar los costos de almacenamiento y evitar tanto el desabastecimiento como el exceso de stock. En este contexto, el uso de metodologías como el sistema PEPS (Primero en entrar, primero en salir) resulta fundamental, especialmente en

productos como los alimentos para animales, donde la rotación adecuada garantiza la conservación de sus propiedades y evita pérdidas por vencimiento.

Asimismo, el proceso de *picking* o preparación de pedidos representa una de las actividades más críticas dentro del sistema logístico, debido a su impacto directo en la eficiencia operativa y en la satisfacción del cliente. Según Tompkins et al. (2010), el *picking* consiste en la selección y recolección de los productos almacenados para cumplir con los pedidos, siendo una de las operaciones que mayor tiempo y recursos consume dentro de un centro de distribución. Por esta razón, la optimización de este proceso, mediante una adecuada organización del almacén y el uso de tecnologías, resulta fundamental para mejorar la productividad y reducir errores.

En relación con la distribución, esta se refiere al proceso mediante el cual los productos son trasladados desde el punto de almacenamiento hasta el cliente final. Ballou (2004) señala que la gestión del transporte es uno de los componentes más costosos dentro de la logística, por lo que su adecuada planificación permite reducir gastos y garantizar entregas oportunas. En el sector agropecuario, la distribución adquiere una relevancia particular, ya que es necesario asegurar que los productos lleguen en condiciones óptimas, evitando daños físicos o alteraciones en su calidad.

Otro aspecto relevante dentro del sistema logístico es la medición del desempeño a través de indicadores logísticos. Estos permiten evaluar la eficiencia de los procesos y facilitar la toma de decisiones. Según Mora (2010), indicadores como la rotación de inventarios, el nivel de cumplimiento de pedidos, los tiempos de entrega y el nivel de servicio al cliente son fundamentales para identificar fallas y establecer estrategias de mejora continua.

En síntesis, los conceptos teóricos abordados permiten comprender la importancia de un sistema logístico eficiente en las organizaciones, especialmente en aquellas dedicadas a la producción y comercialización de alimentos para animales. La adecuada gestión del almacenamiento, los inventarios, el *picking* y la distribución no solo contribuye a la optimización de los recursos, sino que también garantiza la calidad del producto y la satisfacción del cliente, elementos fundamentales para la competitividad empresarial.

Marco conceptual.

El presente marco conceptual tiene como finalidad desarrollar los principales términos y conceptos relacionados con el sistema logístico, los cuales permiten comprender de manera clara los elementos que intervienen en el análisis de la empresa objeto de estudio, especialmente en lo relacionado con el almacenamiento, la gestión de inventarios, el *picking* y la distribución de alimentos para animales.

Otro concepto fundamental es el de gestión de inventarios, el cual se refiere al control y administración de los productos almacenados, con el objetivo de mantener un equilibrio entre la disponibilidad y los costos asociados. De acuerdo con Heizer y Render (2014), una adecuada gestión de inventarios permite evitar tanto el desabastecimiento como el exceso de stock, optimizando así los recursos de la organización.

En este contexto, el sistema PEPS (Primero en entrar, primero en salir) se presenta como una técnica clave en la rotación de inventarios, especialmente en productos perecederos como los alimentos para animales. Este método consiste en despachar primero los productos que ingresaron inicialmente al almacén, garantizando su adecuada rotación y evitando pérdidas por vencimiento (Mora, 2010).

Dentro del almacenamiento, es importante considerar el concepto de bodega o centro de distribución, entendido como el espacio físico destinado a la recepción, almacenamiento y despacho de mercancías. Según Tompkins et al. (2010), estos centros deben estar diseñados de manera estratégica para optimizar los flujos de trabajo y reducir tiempos de operación.

Asimismo, el proceso de picking o preparación de pedidos se refiere a la actividad de seleccionar y recolectar los productos almacenados para cumplir con los requerimientos de los clientes. Este proceso es considerado uno de los más críticos dentro de la logística, ya que influye directamente en la eficiencia operativa y en la satisfacción del cliente (Tompkins et al., 2010).

Otro concepto relevante es el de distribución, el cual hace referencia al traslado de los productos desde el punto de almacenamiento hasta el cliente final. Según Ballou (2004), la distribución implica la planificación de rutas, la gestión del transporte y la entrega oportuna de los productos, aspectos que inciden directamente en la calidad del servicio.

En el ámbito de la calidad, se introduce el concepto de nivel de servicio al cliente, el cual se define como la capacidad de una empresa para cumplir con las expectativas del cliente en términos de tiempo, cantidad y condiciones del producto entregado. Este indicador es fundamental para evaluar el desempeño logístico (Christopher, 2011). De igual manera, los indicadores logísticos son herramientas que permiten medir la eficiencia de los procesos dentro de la cadena de suministro. Según Mora (2010), estos indicadores facilitan la identificación de fallas y la toma de decisiones orientadas a la mejora continua.

Finalmente, las Buenas Prácticas de Almacenamiento (BPA) se definen como el conjunto de procedimientos y condiciones necesarias para garantizar la conservación de los productos

durante su almacenamiento. Estas incluyen aspectos como la limpieza, el orden, el control ambiental y la correcta manipulación de los productos, siendo fundamentales en el sector agropecuario (FAO, 2018). En síntesis, los conceptos desarrollados en este marco permiten establecer una base teórica sólida para el análisis del sistema logístico de la empresa objeto de estudio, facilitando la comprensión de los procesos involucrados y la identificación de oportunidades de mejora en la operación.

Metodología.

Enfoque y alcance de la investigación:

Esta investigación se desarrolló bajo variables cuantitativas debido a tiempos de espera, tiempos de despacho e indicadores de medición. El desarrollo de esta variable es clave debido al problema de la empresa el cual se manifiesta en resultados medibles como se ha mencionado anteriormente. Una recolección de datos numéricos y descriptivos permite analizar cuellos de botella y avanzar de una logística desorganizada a una logística más estandarizada. Por tanto, el enfoque que se le dio a este análisis es de precisamente revisar cada dato en un pequeño fragmento del problema que nos permitiera conocer causas, efectos y posibles soluciones o propuestas.

Para el alcance de este proyecto se estableció que por las mismas variables del enfoque el alcance es descriptivo y propositivo, en cual en un inicio se buscó detallar de manera descriptiva la realidad con la que la operación logística está marchando actualmente. La inclusión de errores en rotación y despacho, así como la gestión de servicio al cliente me llevo a al siguiente paso, en el cual se plantea propuestas para modelos de estandarización en el sistema logístico de almacenamiento y despacho. Por lo que, el alcance de este análisis no es solo la descripción de

los problemas que se están presentando, sino que también busca optimizar mediante propuestas el proceso sobre el cual se establece este trabajo de investigación.

Descripción detallada del diseño metodológico desarrollado para el logro de los objetivos

El diseño metodológico se inicia con tres objetivos específicos que se vinculan al proceso mediante el cual se desarrolla este análisis.

Etapa 1: diagnostico técnico y análisis de flujo operativo.

Esta etapa de desarrollo procedió a hacer una recopilación de información a través de la ingeniera de métodos y estudio de tiempos con el que pudiéramos entrar o iniciar el estudio directamente en el proceso u operación como lo son almacenamiento o despacho de la empresa pecuaria, esto a su vez permitió que tuviéramos los tiempos estándar de la operación y algunos tiempos en los que el rendimiento de los coteros disminuyera. Esta técnica de observación directa y estudio de los tiempos de la operación definió las causas que llevaban a que un despacho de 1 horas se extendiera a 5 horas. Así mismo, para tener una ruta de proceso se definió un diagrama de recorrido que identifican las operaciones por las que un pedido inicia su proceso hasta su materialización con el cliente. El desarrollo de esta etapa con estas metodologías paso de tener una percepción del sistema operacional logístico a tener un diagnóstico técnico y medible con bases sólidas.

Etapa 2: categorización de los indicadores de desempeño.

El análisis del sistema logístico a través de la ingeniería de métodos y del diagrama de recorrido fue importante para escoger los puntos críticos de la operación que estaban generando

tiempo, errores y acumulación de cargas operativas y permitió agrupar un sistema de control fundamentado en:

- Teoría de colas: este estudio se utilizo como un comportamiento de servicio tomando el muelle como sistema paralelo-serie debido a la naturalidad en la que un pedido se comporta en el despacho. Mediante el cálculo de tasas de llegada (λ) y tasas de servicio (μ), se determinó técnicamente el factor de utilización de los muelles y el tiempo promedio de espera de los vehículos de carga.
- Matriz de KPI´s

Matriz de Selección y Categorización de KPIs Logísticos					
KPI	**Objetivo Técnico del Indicador**	**Unidad de Medida**	**Fórmula de Cálculo**	**Frecuencia**	**Impacto Operativo (Dolor Etapa 1)**
Tiempo de Ciclo de Despacho (Dock-to-Dock)	Controlar la duración total del proceso de cargue desde que llega el camión hasta que sale.	Horas / Minutos	T(salida) - T(llegada)	Diaria	Monitorear y reducir la variabilidad del despacho (bajar el pico de 5 horas a la meta de 1 hora).
Productividad del Picking por Operario	Medir la eficiencia del personal en la preparación de bultos/estibas por unidad de tiempo.	Bultos o Kg / Hora	Total bultos alistados / Horas-hombre ejecutadas	Diaria	Evaluar el impacto del nuevo diseño de rutas y distribución de almacenamiento en la fatiga del operario.
Entregas a Tiempo y Completas (OTIF)	Evaluar la capacidad de la planta para entregar el alimento balanceado en la fecha y cantidad exacta pactada.	Porcentaje (%)	(Pedidos entregados a tiempo y completos / Total de pedidos despachados) x 100	Mensual	Medir la confiabilidad del despacho frente a clientes directos y distribuidores.
Índice de Pedido Perfecto (Perfect Order)	Medir de forma global el éxito de la cadena logística (sin errores, sin averías, a tiempo y facturado correctamente).	Porcentaje (%)	% A tiempo x % Completos x % Sin Daños x % Factura OK	Mensual	Monitorear de manera holística la calidad total del servicio logístico de la empresa pecuaria.

Esta etapa cumplió con el detalle y el análisis de los indicadores que trasformaran la operación logística de una reactiva al momento de los percances a una preventiva en donde el desempeño actual permitirá tomar decisiones acertadas en el momento en el que un indicador muestre un bajo resultado.

Etapa 3: propuestas de almacenamiento y despacho.

La utilización de los datos cuantitativos de los KPI´s desarrollo soluciones para diseñar un sistema de almacenamiento y despacho optimizado como, por ejemplo:

- Gestión de inventarios (ABC): Para la propuesta de almacenamiento, se aplicó una categorización ABC basada en la rotación y volumen de los productos alimenticios. Esto permitió rediseñar la distribución en planta (*Layout* de la bodega) para ubicar los productos de alta rotación cerca de las zonas de despacho, minimizando las distancias de recorrido del personal de picking.
- Estandarización de pedidos: Se formularon propuestas basadas en la eliminación de desperdicios operativos como, esperas y movimientos innecesarios, enfocadas en la meta del Perfect Order Rate (Índice de Pedido Perfecto), garantizando de manera procedimental la disponibilidad de producto y disminución de cambios de producto durante el cargue y la entrega oportuna de los pedidos (OTIF - On Time In Full) apara cargue de distribuidores y clientes directos.

Resultados.

Colas.

En la recopilación de la información del despacho de los vehículos se obtuvieron datos importantes que permitirán aplicar la teoría de colas en los tiempos de despacho. Entre los datos

obtenidos está la frecuencia por hora con la que los vehículos ingresaron y el tiempo de espera antes de ser cargados, también tiempos de cargue diferente según capacidad del vehículo y disponibilidad de personal. Una vez que se obtuvieron estos datos, se pudieron analizar tiempos críticos que afectan directamente los tiempos de operación por delante de ellos; además, la eficiencia de la operación me permite tener un contexto que permita modelar un sistema de despacho optimo que se fundamenta en la reducción de tiempos tomando las decisiones correctas.

Se tiene entonces una definición del sistema logístico (M/M/c) dado en los siguientes parámetros:

- Identificación del sistema: 4 muelles de despacho para vehículos que cargan bulto a bulto más 1 muelle para camiones que cargan estibas completas.
- Restricción de los recursos: en esta definición se establece algo critico debido a que en la operación de despacho hay 3 montacargas para los cuatro muelles; sin embargo, cuando los camiones que cargan estibas completas llegan a planta se dejan 2 montacargas con los cuatro muelles y un con el o los camiones de estiba ya que tienen prelación sobre los de abulto, esto se debe a que ocupan mucho mas espacio y por tal razón deben ser sacados de planta en el menor tiempo posible para evitar congestiones.
- Mano de obra: cada muelle opera con dos operarios de cargue (coteros) de esta manera se obtiene 8 personas en el muelle.
- Tasa de llegada actual (λ): dado a parámetros de la compañía se tiene establecido una llegada de λ= 6 vehículos/hora en una jornada de 6:00 am hasta las 4:00pm (10

horas), esto nos indica que en esta jornada arriban 60 vehículos y en temporadas altas pueden representar picos de 80 vehículos en la misma jornada.

- Evaluación de (μ): La velocidad de atención está condicionada por la capacidad del vehículo, el tipo de despacho y la participación de las diferentes clases de vehículos en muelle, consolidando el siguiente comportamiento operativo

Capacidad del Vehículo	% de Participación	Tiempo de Carga	Tasa de Servicio
Distribuidores clase A (8-10) Ton	25%	60 min (1 h)	1 vehículo/hora
Distribuidores clase B (11-16) Ton	33.3%	90-120 min (1.75 h)	0.57 vehículo/hora
Cliente Directo (Bulto)	41.7%	40 min	1.51 vehículos/hora
Vehículo Estibas		20 min	3 vehículos/hora

$$\mu_g = (1 * 0.25) + (0.57 * 0.333) + (1.51 * 0.417)$$

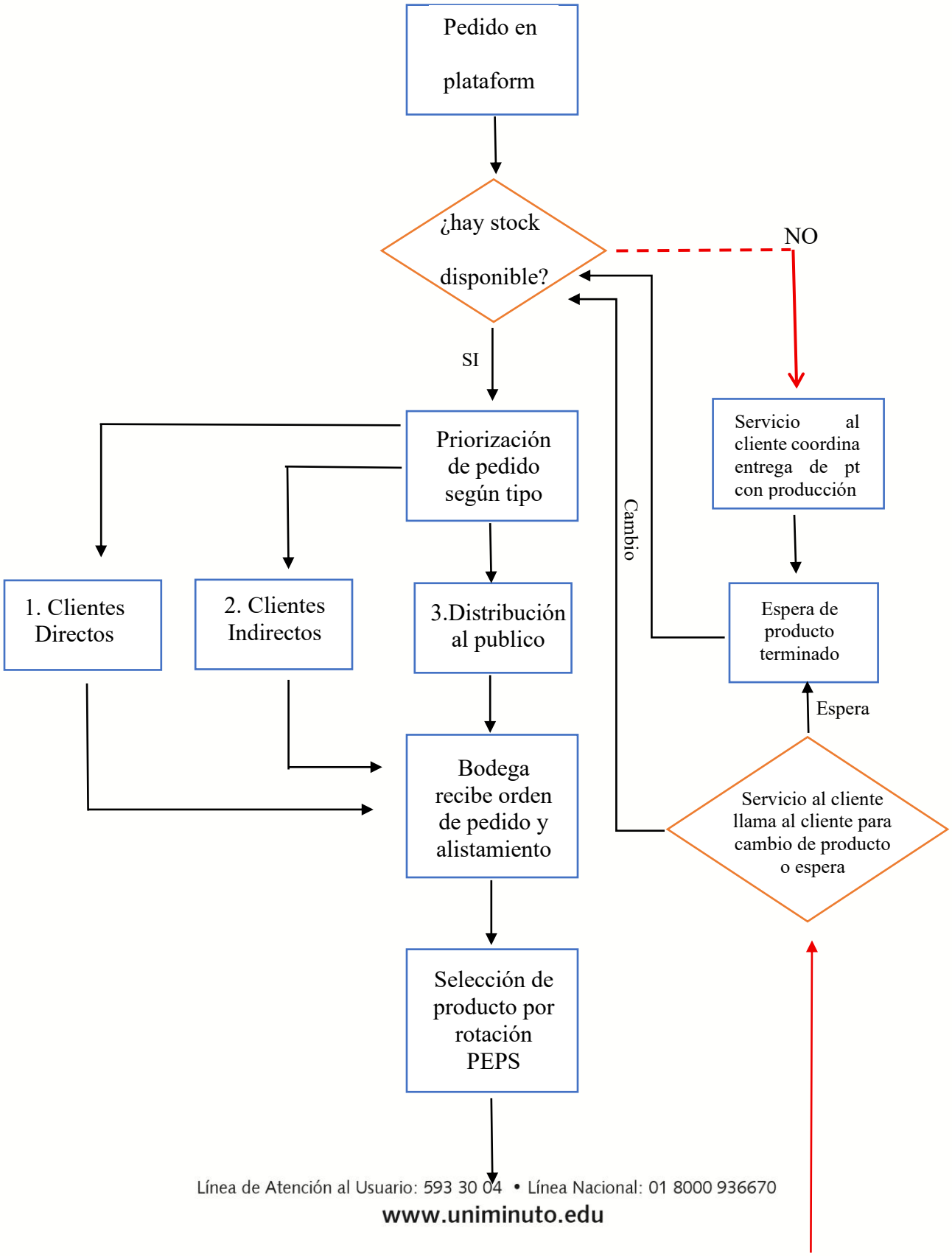
$$\mu_g = 1.070 \text{ vehículos/hora * muelle}$$

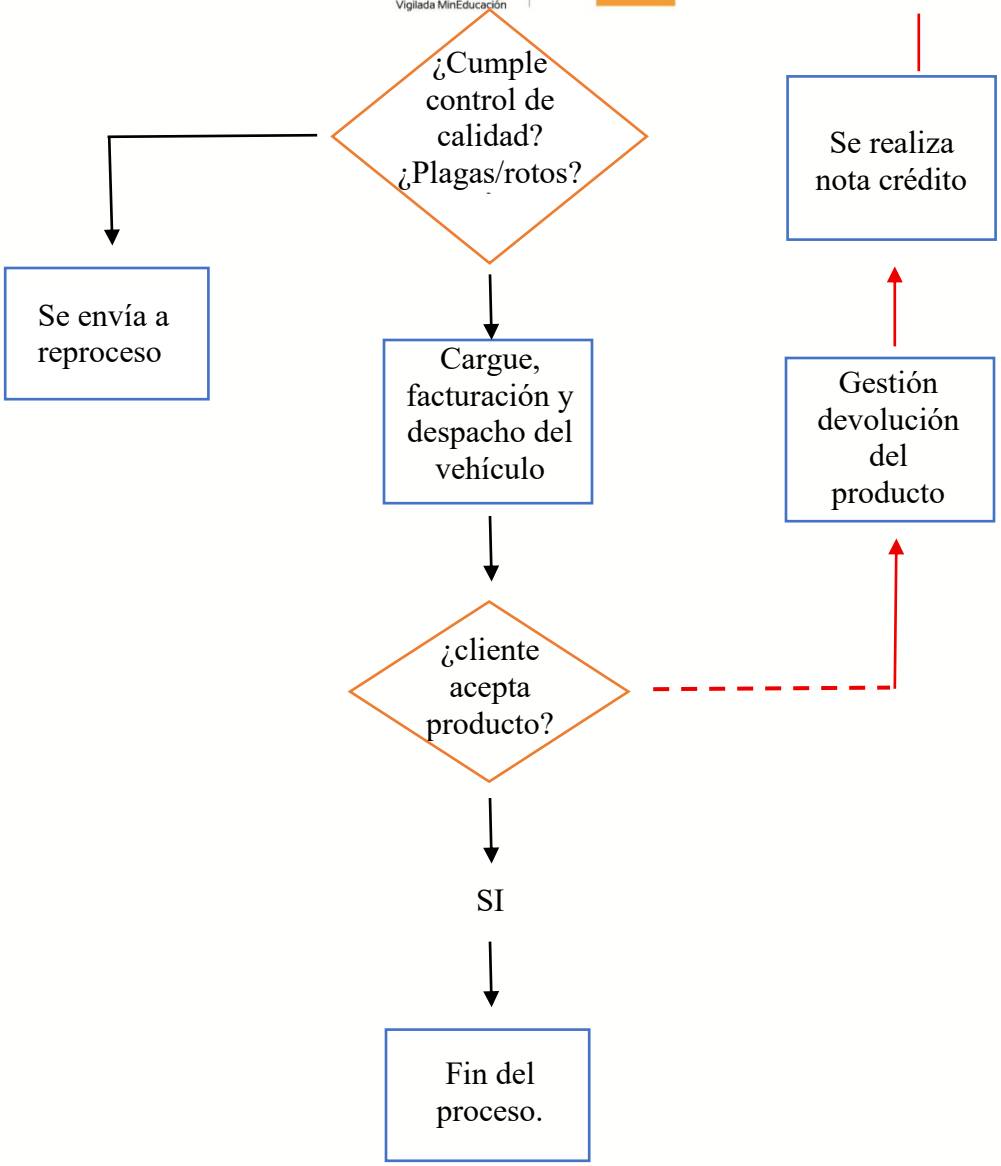
La tasa del servicio promedio (μ_g) nos dice que el sistema logístico actual puede atender por muelle de entre 1.070 vehículos/hora* muelle, en el caso de distribuidores clase A y B y clientes directos que cargan a bulto y para comprobar la saturación de la operación logística en despacho calculamos la utilización real (ρ) a continuación:

$$\rho = \frac{\lambda}{c \cdot \mu_g} = \frac{6}{4 \times 1.070} = \frac{6}{4.28} = \mathbf{1.40}$$

evidente que el sistema está saturado ya que (ρ) = 1.40 y que en un sistema ideal de colas debería estar en 1; por lo que se justifica el tiempo de espera en 5 horas con una saturación del 141% cuando lo ideal sería 3 horas de servicio para un vehículo de cualquier clase en la planta al 100%.

Diagrama de flujo.




¿Cumple control de calidad? ¿Plagas/rotos?
Se envía a reproceso
Cargue, facturación y despacho del vehículo
¿cliente acepta producto?
SI
Fin del proceso.
Gestión devolución del producto
Se realiza nota crédito

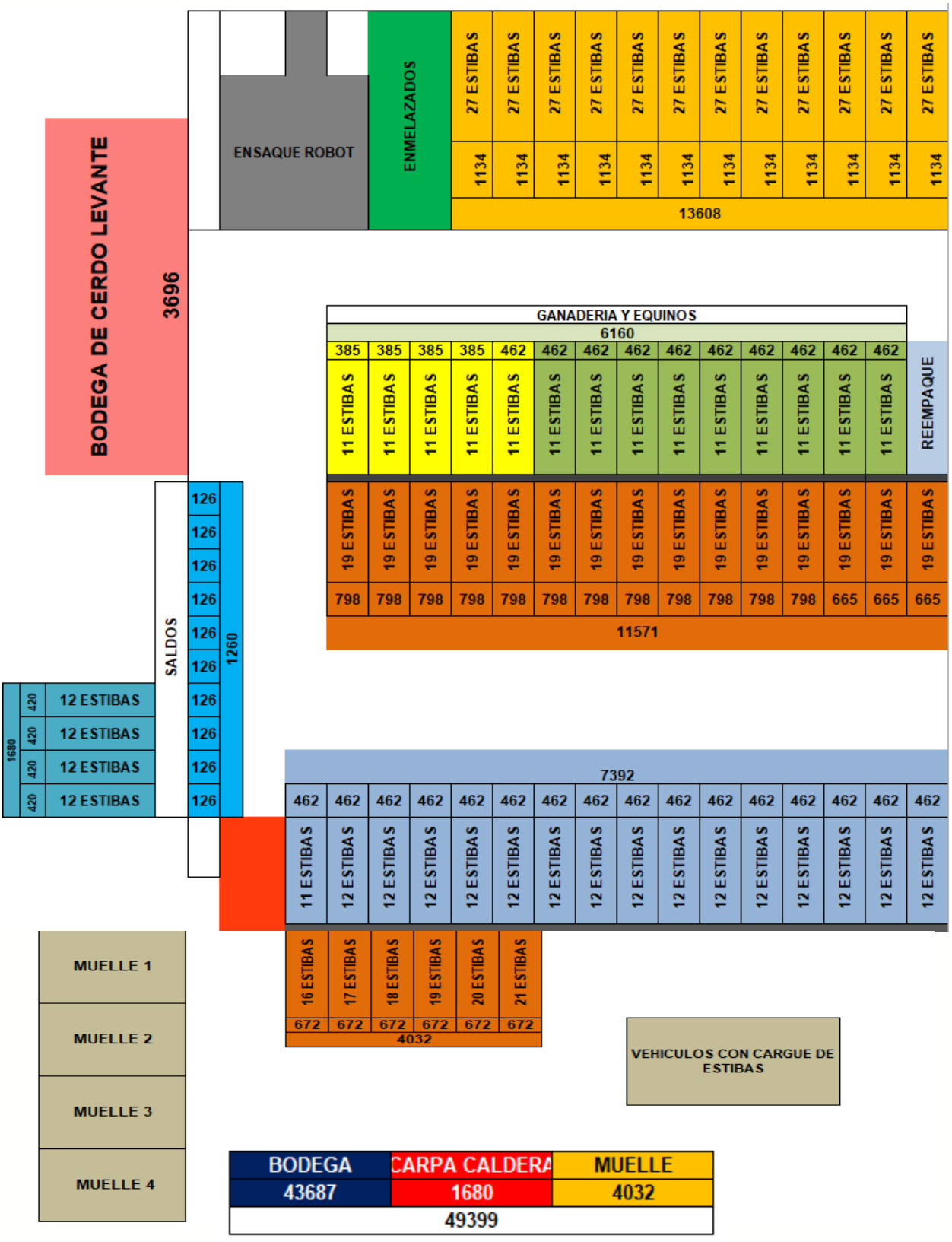
El anterior diagrama de flujo nos muestra las fases de la operación dentro del sistema logístico actual en la empresa de concentrados pecuarios. En su fase inicial el cliente que bien puede ser directo o distribuidor monta la solicitud de los productos que necesita; seguido de esto, el área de servicio al cliente revisa los productos disponibles y en el caso de no tenerlos en su totalidad envía a producción la programación y la priorización de las órdenes. Una vez que el producto ha sido entregado y los vehículos ya han sido en turnados, el área de bodega recibe los pedidos para su posterior alistamiento. En algunas ocasiones, al no tener el stock suficiente para el alistamiento de los pedidos el área de servicio al cliente es avisado para reprogramar las ordenes de producción o para llamar al cliente y realizar los cambios de producto.

Este proceso es importante debido a que dependiendo lo que el cliente elija se puede alargar el tiempo de cargue o se puede acortar; esto se debe a que si el cliente decide esperar el producto el vehículo automáticamente entra en espera hasta que producción cumpla con la entrega del producto que si bien puede ser corta en algunas ocasiones puede demorarse bastante tiempo. Si el proceso sigue su curso y no hay complicaciones toda la operación depende de la gestión y el trabajo de los operarios directos con el cargue.

Si el despacho estuvo acorde a la necesidad del cliente se da por terminada la operación; sin embargo, si hay reclamos por parte del cliente se realiza un retroceso en la operación, perdiendo de esta manera la confianza en el sistema logístico y la fidelidad del cliente.

En la elaboración del diagnóstico también pude aplicar la teoría de colas el cual analizo por qué ocurre la saturación en los muelles cuando los pedidos y el producto no tiene modificaciones pendientes. Así que, debido a esto se pudo determinar que la capacidad de vehículos en el área de espera para cargue o muelle supera a la capacidad del área.

Mapa y Capacidad de la Bodega:



Etapa 2: categorización de desempeño

Al identificar los puntos críticos en el flujo y coordinación de la operación, se definieron y se categorizaron los indicadores de desempeño (KPIs) con los cuales se medirán dos situaciones que son las actuales y las de un panorama mas optimo en la empresa. Para esto tenemos los siguientes:

- Tiempos de despacho: este indicador permite tener el tiempo total de un vehículo desde su ingreso a planta, pasando por el tiempo de espera de cargue, tiempo de cargue, tiempo de facturación y tiempo de salida. En cada uno de ellos se verificará cuáles son las condiciones que permiten el aumento del tiempo establecido por la empresa.
- Nivel de servicio (Fill Rate): este indicador nos mide la oportuna entrega de pedidos en base a el inventario de actual de la bodega y una eficiente preparación de los pedidos. este se sitúa en entre la disponibilidad del stock y las priorizaciones de clientes; a mayor porcentaje mayor es la gestión que se tiene en la operación.
- Tiempo de ciclo de un pedido: aquí el indicador mide el tiempo en el que un cliente monta un pedido de producto hasta su entrega, tomando la entrega como la salida del vehículo de planta. Este indicador toma a el Picking como un tiempo clave en el ciclo del pedido.
- Índice de pedidos correctos: el objetivo de este indicador es evidenciar errores en despacho por troque de producto o faltante de producto; de esta manera sabremos el porcentaje de pedidos que cumplen con todas las condiciones como, por ejemplo: producto correcto en cantidades exactas, calidad del producto en todas sus presentaciones y también las entregas en los tiempos establecidos.

Estos indicadores de desempeño y medición fueron elegidos por su relación directa con el proceso de toma y despacho de pedidos. Además, se evidencio durante la recolección de información directa como el ambiente suele ser tenso entre bodegueros, conductores, coteros y servicio al cliente a falta de estandarización y resultados en el momento de realizar un buen trabajo y una óptima gestión de los recursos necesarios para obtener la satisfacción del cliente.

Etapa 3: propuestas de almacenamiento y despacho.

Analizando los datos expuestos anteriormente, se proponen nuevos esquemas que mejoraran la operación de almacenamiento y despacho; así como también, los indicadores de servicio al cliente y la misma perspectiva del cliente referente a la oportuna gestión de su producto.

- Al revisar el nivel de servicio con factor humano como las 8 personas distribuidas en 4 muelles de cargue y tres operarios de montacarga, así como también las maquinas con las que se trasporta el producto de las bodegas a los muelles. De esta manera se evidencia inconsistencia con los vehículos que llegan por hora a planta y los que son atendidos en muelle. Por lo que se propone bajar el número de vehículos de 6 a 5 vehículos por hora; tomando en cuenta que el 5 vehículo debe ser cliente directo en el cual una de las parejas de cargue se dividirá para atender un vehículo distribuidor de 6 a 10 Ton y atender un vehículo directo de 12 Ton. Adicional a esto, se debe ampliar una hora adicional a la entrada de vehículos teniendo en cuenta que los últimos vehículos deben ser clientes directos para minimizar el tiempo de operación y la fatiga del personal.
- La clasificación de las 90 referencias nos dispondrá de las que tienen una mayor rotación en bodega por lo que podremos trasladar esas referencias directamente cerca

del muelle, así el operario de montacargas no tendrá que desplazarse por toda la bodega para sacar el producto hacia los vehículos en cargue. Esta es otra manera de disminuir los tiempos de cargue y despacho además que también se contara con una categorización ABC de inventarios y rotación.

- El alistamiento de pedidos con distintas referencias en un solo vehículo menores a 5 bultos por referencia compensara el tiempo en el que cotero debe entrar a bodega a buscar esos productos para cargarlos. El alistamiento de estos pedidos debe realizarse con pedidos establecidos por servicio al cliente un día anterior a la llegada del vehículo.

Conclusiones.

1. Origen del aumento de Tiempo: Se concluye de forma matemática que el incremento crítico en los tiempos de despacho (de 1 a 5 horas) no se debe a un bajo rendimiento del factor humano (coteros o operarios), sino a un desbalance severo de capacidades. La llegada aleatoria de 6 vehículos/hora sobrepasa en un 51.8% la capacidad máxima de diseño de los muelles (3.95 vehículos/h), generando un sistema logístico inestable por sobre frecuencia.
2. Restricción por Recursos de Movimiento Interno: Se determinó que la falta de sincronización entre la infraestructura física (4 muelles) y los recursos mecánicos disponibles (3 montacargas) estrangula la tasa de servicio (μ). El retiro de un equipo para atender la prioridad de los vehículos paletizados desabastece las bahías de bultos, duplicando el tiempo estándar de picking e intensificando las colas en el patio de espera
3. Vulnerabilidad por Quiebre de Inventarios: El análisis del diagrama de flujo de procesos demostró que la cadena de suministro interna posee una alta reactividad. Al no contar con

una clasificación de almacenamiento basada en la rotación de las 90 referencias de alimento, se generan desplazamientos excesivos de los montacargas y errores de registro físico vs. teórico. Cuando ocurre un quiebre de stock en muelle, el camión bloquea la bahía provocando un efecto dominó que detiene la fila trasera.

4. Afectación Directa del Clima Organizacional: El análisis cuantitativo validó que la acumulación de retrasos y la sobresaturación de la jornada (151.8% de utilización) deterioran drásticamente el entorno laboral. Las fricciones y niveles de estrés identificados entre conductores, coteros, bodegueros y analistas de servicio al cliente son una consecuencia directa de la ineficiencia del sistema logístico y no de problemas interpersonales, justificando la necesidad de una estandarización técnica.

Recomendaciones.

1. Se recomienda clasificar y demarcar las zonas en bodega para las 90 referencias de los diferentes alimentos balanceados, acercamiento de las referencias con mayor rotación a los muelles y alistamiento de pedidos con mas de 10 referencias y menores a 5 bultos por cada referencia. Todo lo anterior tiene como finalidad los desplazamientos innecesarios en la bodega.
2. Dado que la propuesta técnica plantea la necesidad de regular la llegada de los vehículos a un máximo de 5 camiones por hora, se recomienda implementar un sistema estricto de agendamiento previo coordinado entre servicio al cliente y los transportadores directos o distribuidores. Esto impedirá las llegadas aleatorias y masivas en horas pico, manteniendo la tasa de llegada (λ) controlada dentro de los parámetros de capacidad del muelle y de las cuadrillas de personal.

3. Para mitigar la tensión laboral detectada entre bodegueros, coteros, conductores y personal de servicio al cliente, se recomienda capacitar a todo el equipo en la interpretación de los nuevos KPIs y diagramas estandarizados. Hacer partícipes a los operarios directos del cumplimiento de las metas del *Fill Rate* o del *Tiempo de ciclo* servirá como un esquema de incentivo operativo que mejorará el clima organizacional y alineará los esfuerzos hacia la satisfacción del cliente.

Referencias Bibliográficas

- Ballou, R. H. (2020). Business Logistics/Supply Chain Management. Pearson.
- Bektas, T., & Laporte, G. (2021). Simulation-based optimization in logistics: Principles and applications. European Journal of Operational Research, 295(3).
- Chopra, S. (2022). Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Pearson.
- Cruz-Rodríguez, P. A., Gómez-Canón, A. F., & Orjuela-Castro, J. A. (2023). Acta Logistica, 10(2).
- Vargas-Muñoz, J. C., Sánchez-Nítola, F. A., Adarme-Jaimes, W., & Ríos, R. (2025). Logistics, 9(1).
- Deming, W. E. (2021). Out of the Crisis: Quality, Productivity and Competitive Position. MIT Press.
- Agribrasilis. (2023). *Logistical challenges in Latin American agribusiness*.
- Ballou, R. H. (2020). *Business Logistics/Supply Chain Management*. Pearson.
- Bektas, T., & Laporte, G. (2021). Simulation-based optimization in logistics: Principles and applications. *European Journal of Operational Research, 295*(3), 739–752.
- Chopra, S. (2022). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson.
- Cruz-Rodríguez, P. A., Gómez-Canón, A. F., & Orjuela-Castro, J. A. (2023). Warehouse optimization in agro-food supply chains. *Acta Logistica, 10*(2), 45–54.
- Deming, W. E. (2021). *Out of the Crisis: Quality, Productivity and Competitive Position*. MIT Press.

- Ríos, R., Sánchez-Nítola, F. A., Adarme-Jaimes, W., & Vargas-Muñoz, J. C. (2025). Inventory planning and efficiency in agroindustrial logistics. *Logistics, 9*(1).
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2009). Resolución 3761 de 2009.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2020). Resolución 61252 de 2020.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2007). Resolución 789 de 2007.
- República de Colombia. (2015). Decreto 1071 de 2015.
- República de Colombia. (2008). Decreto 4765 de 2008.
- República de Colombia. (1979). Ley 9 de 1979.
- República de Colombia. (2002). Decreto 1609 de 2002.
- Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Pearson Educación.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Pearson.
- FAO. (2018). Buenas prácticas para el almacenamiento de alimentos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Hernández, J., López, M., & Torres, D. (2021). Gestión logística y uso de tecnologías en la cadena de suministro. Revista de Ingeniería, 15(2), 45–60.
- Mora, L. A. (2010). Gestión logística integral. Ecoe Ediciones.
- Ramírez, J. (2019). Evaluación del sistema logístico en empresas de alimentos balanceados. Revista Colombiana de Logística, 8(1), 23–35.
- Restrepo, C., & González, F. (2018). Análisis logístico en el sector agropecuario colombiano. Revista Ciencias Administrativas, 12(1), 55–70.

- Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Pearson Educación.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Pearson.
- Christopher, M. (2011). Logistics and Supply Chain Management (4th ed.). Pearson.
- FAO. (2018). Buenas prácticas para el almacenamiento de alimentos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Heizer, J., & Render, B. (2014). Principios de administración de operaciones. Pearson.
- Mora, L. A. (2010). Gestión logística integral. Ecoe Ediciones.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. (2010). Facilities Planning. Wiley.