

**Aplicación de un estudio de tiempos y movimientos en pro de la mejora de las operaciones del centro de distribución en la empresa MCT implementando herramientas de la filosofía Lean Logistics**

Andrea Carolina Núñez López

Laura Estefanía Gamba Casallas

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá, D.C.

2020

**Aplicación de un estudio de tiempos y movimientos en pro de la mejora de las operaciones del centro de distribución en la empresa MCT implementando herramientas de la filosofía Lean Logistics**

Andrea Carolina Núñez López

Laura Estefanía Gamba Casallas

Director

Nolan Sánchez Tovar

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá, D.C.

2020

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este punto tan importante para mí, a mi familia por el apoyo que me brindan en cada paso que doy y por creer en mí, a los docentes que a lo largo de la carrera me brindaron sus conocimientos para poder llevar a cabo este proyecto, pero en especial al profesor Nolan Sánchez por creer en el proyecto y brindarnos su apoyo siempre. Agradezco a la empresa MCT por abrirnos las puertas y permitirnos aplicar lo que hemos aprendido a lo largo de la carrera, agradezco a los amigos que siempre me dieron ánimos para lograr culminar este proyecto. Por último, le agradezco a Laura, mi compañera y amiga por todo el apoyo que me brindó, sé que no pude tener mejor compañera que ella.

Andrea Carolina Núñez López

En primera instancia agradezco a mis padres quienes con su esfuerzo me dieron las herramientas para convertirme en una gran profesional, por creer siempre en mi potencial y brindarme el apoyo necesario. Agradezco a mi familia, mis hermanas, mi abuela y mis amigos quienes siempre me hacen sentir lo orgullosos que están de mí. Agradezco a la Uniagustiniana y sus docentes por darme los conocimientos necesarios para realizar este proyecto, en especial a nuestro asesor Nolan Sánchez Tovar quien siempre ha creído en nuestra capacidad y estuvo junto a nosotras en este proyecto compartiéndonos su experiencia y saberes. Especiales agradecimientos a la empresa MCT quienes nos abrieron las puertas de su organización y nos dieron un escenario para el desarrollo de nuestro trabajo. Finalmente, agradezco a mi compañera y amiga Andrea Núñez, quien confió en nuestras ideas y sin quien este trabajo no hubiera sido posible. Eres increíble.

Laura Estefanía Gamba Casallas

## **Resumen**

Este proyecto tiene como objetivo realizar un estudio de tiempos y movimientos en la empresa MCT S.A.S., una empresa perteneciente al sector logístico y de transporte, ubicada en Funza, Cundinamarca teniendo en cuenta que actualmente no se realiza un debido control sobre las operaciones de cargue y descargue y las actividades asociadas a estas como lo son los tiempos de espera y transporte, lo cual, acompañado del uso de herramientas Lean Logistic, permitirá determinar desperdicios de tiempo que restan valor al resultado final de la operación y que podrían afectar su correcto funcionamiento y desarrollo; adicionalmente se pretende realizar propuestas de mejora que contribuyan a la mejora de la organización y sus operaciones.

*Palabras clave:* Centro de distribución, operaciones de cargue, operaciones de descargue, Lean Logistic, desperdicios.

## **Abstract**

The objective of this project is to carry out a study of times and movements in the company MCT SAS, a company belonging to the logistics and transport sector, located in Funza, Cundinamarca, taking into account that currently there is no proper control over loading and download and the activities associated with these such as waiting and transport times, which, accompanied by the use of Lean Logistic tools, will allow to determine wastes of time that detract from the final result of the operation and that could affect its correct operation and development; Additionally, it is intended to make improvement proposals that contribute to the improvement of the organization and its operations.

*Keywords:* Distribution center, loading operations, unloading operations, Lean Logistic, waste.

## Tabla de contenidos

Introducción .....	11
1. Identificación del problema .....	12
1.1. Antecedentes del problema .....	12
1.1.1. Problemática de la logística a nivel internacional. ....	12
1.1.2. Principales problemas de la logística y transporte a nivel nacional. ....	13
1.1.3. Principales problemas de la logística y transporte en Bogotá/Cundinamarca. ....	14
1.2. Descripción del problema.....	15
1.2.1. Descripción de la empresa.....	15
1.2.2. Problemática empresarial. ....	20
1.3. Formulación del problema .....	22
2. Justificación .....	24
3. Objetivos .....	29
3.1. Objetivo general .....	29
3.2. Objetivos específicos.....	29
4. Marco referencial .....	30
4.1. Antecedentes de la investigación .....	30
4.2. Marco teórico .....	32
4.2.1. Clasificación de la gestión de inventarios. ....	32
4.2.2. Estudio de tiempos y movimientos.....	33
4.2.3. Lean Logistic. ....	33
4.2.4. VSM.....	34
4.2.5. Operador logístico. ....	34
4.2.6. Mapa de la cadena de valor. ....	35
4.2.7. Mapa de procesos. ....	35
4.3. Marco conceptual .....	36
4.4. Marco legal.....	36
5. Marco metodológico .....	38
5.1. Enfoque de investigación .....	38
5.2. Variables de investigación .....	39
5.2.1. Variable independiente.....	39

5.2.2. Variable dependiente .....	39
5.3. Hipótesis de investigación.....	39
5.4. Tamaño poblacional y muestra .....	39
5.4.1. Población. ....	39
5.4.2. Muestra. ....	39
5.5. Proceso metodológico .....	39
5.6. Instrumentos y técnicas de recolección de la información.....	43
6. Resultados de la investigación .....	44
6.1. Mapa de procesos .....	44
6.2. Cadena de valor actual .....	45
6.3. Diagnóstico.....	47
6.3.1. Primer tramo. ....	50
6.3.2. Segundo tramo. ....	64
6.3.3. Mapa de flujo de valor actual (VSM).....	81
6.3.4. Operación UGC. ....	82
6.3.5. Mudas. ....	85
6.4. Propuestas.....	91
6.4.1. Cadena de valor propuesta.....	91
6.4.2. Mapa de flujo de valor propuesto (VSM).....	95
6.4.3. Capacitaciones. ....	96
6.4.5. Llevar conteo de cargas. ....	99
6.5. Costos .....	99
Conclusiones .....	102
Recomendaciones .....	104
Referencias.....	105
Anexos .....	109

## Listado de tablas

Tabla 1. ....	16
Tabla 2. ....	19
Tabla 3. ....	36
Tabla 4. ....	41
Tabla 5. ....	50
Tabla 6. ....	52
Tabla 7. ....	56
Tabla 8. ....	58
Tabla 9. ....	59
Tabla 10. ....	59
Tabla 11. ....	60
Tabla 12. ....	66
Tabla 13. ....	68
Tabla 14. ....	68
Tabla 15. ....	69
Tabla 16. ....	69
Tabla 17. ....	70
Tabla 18. ....	71
Tabla 19. ....	83
Tabla 20. ....	84
Tabla 21. ....	85
Tabla 22. ....	87
Tabla 23. ....	87
Tabla 24. ....	88
Tabla 25. ....	88
Tabla 26. ....	89
Tabla 27. ....	96
Tabla 28. ....	99
Tabla 29. ....	100
Tabla 30. ....	100
Tabla 31. ....	101



## Listado de figuras

Figura 1. Porcentaje de empresas que miden calidad por actividad económica. ....	14
Figura 2. Parque logístico MCT (2018).. ....	16
Figura 3. Árbol de problemas. ....	22
Figura 4. Costo logístico. ....	24
Figura 5. Porcentaje empresas con flota propia por actividad económica. ....	25
Figura 6. Porcentaje empresas que miden tiempos de operación, espera cargue y descargue. ....	26
Figura 7. Tiempos de descargue promedio mensual. ....	27
Figura 8. Tiempos de cargue por cliente. ....	28
Figura 9. Marco conceptual. ....	36
Figura 10. Estructura de desglose de trabajo EDT. ....	43
Figura 11. Mapa de procesos MCT S.A.S. ....	44
Figura 12. Mapa cadena de valor actual. ....	47
Figura 13. Diagrama de la operación. ....	49
Figura 14. Diagrama operación tramo 1. ....	50
Figura 15. Gráfico viajes por vehículo. ....	51
Figura 16. Registro con error en hora de llegada a planta. ....	53
Figura 17. Registros con error en hora de ingreso. ....	53
Figura 18. Registros con inconsistencias en tiempo espera para ingreso. ....	53
Figura 19. Extremos en tiempos de espera en el muelle. ....	54
Figura 20. Registros con error en hora inicio cargue. ....	54
Figura 21. Registros con error en hora fin cargue. ....	55
Figura 22. Registros con errores o inconsistencias en hora de salida. ....	55
Figura 23. Histograma comportamiento tiempo de espera para ingreso. ....	61
Figura 24. Histograma comportamiento tiempo de espera en el muelle. ....	62
Figura 25. Histograma comportamiento tiempo de cargue. ....	63
Figura 26. Histograma comportamiento tiempo de salida. ....	64
Figura 27. Diagrama operación Tramo 2. ....	66
Figura 28. Recorrido planta — CEDI. ....	67
Figura 29. Registros con inconsistencias en tiempo de recorrido. ....	67
Figura 30. Histograma tiempo de recorrido planta – CEDI tramo 2. ....	72
Figura 31. Comportamiento de datos (tiempo de recorrido vs. Tt). ....	73
Figura 32. Histograma tiempo de espera para ingreso a muelle tramo 2. ....	74
Figura 33. Comportamiento de datos (tiempos de espera para ingreso vs. Tt). ....	75

Figura 34. Histograma comportamiento de tiempo espera en muelle (CEDI).....	76
Figura 35. Comportamiento (tiempos espera en muelle descargue vs. Tt).....	77
Figura 36. Histograma comportamiento de tiempo de descargue.....	78
Figura 37. Comportamiento de datos (tiempos de descargue vs. Tt).....	79
Figura 38. Histograma comportamiento de tiempo de descargue.....	79
Figura 39. Comportamiento de datos (tiempos de salida vs. Tt). ....	80
Figura 40. VSM. ....	82
Figura 41. Operación UGC. ....	83
Figura 42. Tiempo total en planta. ....	86
Figura 43. Evidencia fotográfica, muda de movimiento.....	91
Figura 44. Muda de movimiento.....	91
Figura 45. Cadena de valor propuesta.....	94
Figura 46. VSM propuesto.....	95
Figura 47. Porcentaje de tiempos VSM actual vs. VSM propuesto.....	96
Figura 48. Errores en la base de datos. ....	97
Figura 49. Infografía MCT Móvil.....	98

## **Introducción**

El mejoramiento continuo es el proceso mediante el cual una empresa evalúa constantemente sus procesos e identifica oportunidades de mejora que permitan hacer a su producto o servicio objeto de gran valor para los clientes o clientes potenciales. MCT S.A.S. es un operador logístico 4PL que cuenta con años de experiencia en el almacenamiento y transporte de mercancías. La presente investigación detalla cómo mediante la implementación de un estudio de tiempos a las operaciones de cargue y descargue y mediante la aplicación de herramientas Lean Logistic se identifican oportunidades de mejora en las actividades antes mencionadas que resultan de vital importancia para el proceso de la empresa.

Al momento de realizar la investigación, la empresa no contaba con la determinación de un tiempo estándar que permitiría un debido control a los tiempos empleados para cumplir a cabalidad la operación. Tras un primer análisis se identificó la necesidad de implementar el estudio de tiempos como control de las actividades dado que este permitiría la identificación de mudas o desperdicios en el proceso que, de suprimirse traerían gran beneficio al valor de las actividades además de traer beneficios económicos a la organización.

A lo largo del proyecto el lector podrá encontrar la caracterización de los procesos llevados a cabo por la empresa, además del análisis de operación de cargue y descargue para el cliente, implementación de herramientas Lean Logistic como la identificación de mudas y VSM Value Stream Mapping, herramientas de gran importancia para la identificación de procesos que agregan valor al servicio ofrecido por MCT S.A.S. y por último una propuesta de mejora además de la relación costo beneficio asociada a esta.

## **1. Identificación del problema**

### **1.1. Antecedentes del problema**

#### **1.1.1. Problemática de la logística a nivel internacional.**

A nivel internacional la logística presenta riesgos que a corto o largo plazo se pueden convertir en considerables pérdidas para cualquier organización, afectar el prestigio o los tiempos en las operaciones. Dentro del informe de gestión del riesgo de la cadena de suministro global (2014), se han condensado los principales inconvenientes a los que se ve expuesta la cadena logística. En una escala del 1 al 10 el reporte pone la calidad como el mayor riesgo; siendo este aspecto uno de los más importantes para las organizaciones, resulta coherente que se considere como el mayor riesgo para la cadena logística.

Por otro lado, el reporte considera aspectos como el inventario, dado que para empresas que manejan rutas de gran extensión el inventario puede convertirse fácilmente en problemas o en sobrecostos. Puesto que deben incrementar el inventario en muchos casos sobrepasando los 30 días de inventario, incrementando los costos e incluso convirtiendo en imposibles las metas propuestas en la programación de producción o por la alta dirección. El reporte además considera problemas que exceden los límites de la planeación o la visión de los empresarios, como son los desastres naturales, terrorismo, inestabilidad política, riesgos económicos, de seguridad cibernética, entre otros, que pueden hacer que la cadena logística se vea afectada pero que se ven imposibles de sortear de manera estratégica.

Si bien algunas empresas logísticas cuentan con flotas propias para mover las mercancías a lo largo de las rutas, las soluciones 4PL han demostrado que el tercerizar algunos aspectos de la red logística generan ahorros y mejoras en la productividad de las organizaciones. Sin embargo, Honorato (2016) afirma que dentro de los principales problemas logísticos relacionados con la tercerización de la flota de transporte están: “La falta de camiones o de conocimiento sobre la cantidad de productos a transportar, los horarios de disponibilidad de los transportistas, desconocimiento de la marca a la que se está trabajando”. Además, dicho autor destaca un error que se comete frecuentemente en las áreas de distribución; referente a la mezcla de artículos listos para la entrega y productos en estado de devolución. Esta mezcla de productos implicará que de producirse una confusión otro cliente de seguro recibirá un producto que fue devuelto. Lo anterior

implica que se agregarán demoras no contempladas a la hora de realizar la planeación de las operaciones.

#### 1.1.2. Principales problemas de la logística y transporte a nivel nacional.

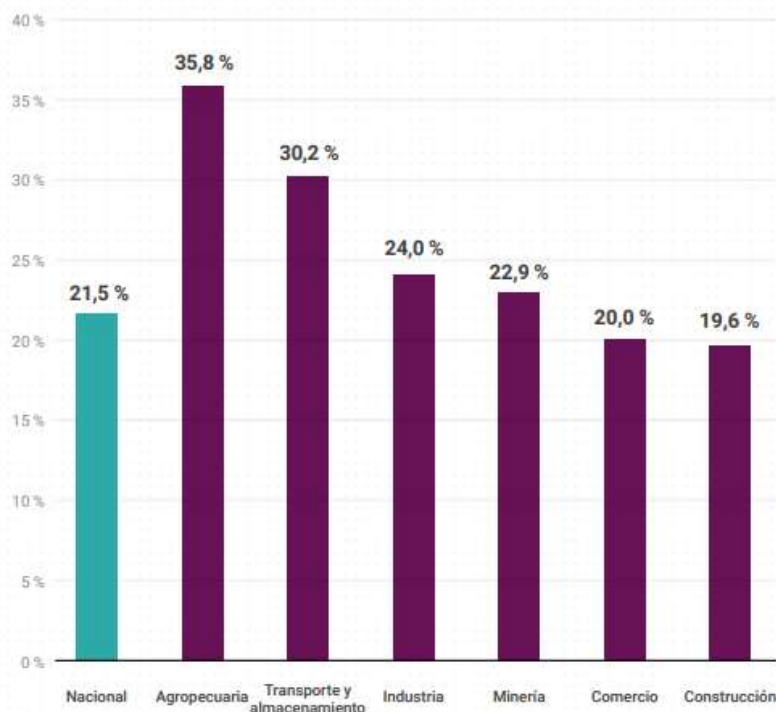
Según datos de la encuesta nacional de logística (2018), la empresa MCT S.A.S. se encuentra entre el porcentaje de empresas que no realizan una medición de las operaciones de cargue y descargue de sus operaciones. De las empresas del sector de transporte y almacenamiento solo el 18,1% de las empresas realizan mediciones al tiempo de espera de cargar un vehículo, mientras que el porcentaje de empresas que realizan mediciones al tiempo de cargar el vehículo son el 26,1%. El 19,8% realiza mediciones de los tiempos de espera para descargar un vehículo y 25,1% realiza mediciones del tiempo que toma descargar un vehículo.

Esta misma encuesta dice que “de las empresas que son propietarias de flota vehicular se puede apreciar que, en promedio, el 70,5 % de esta realiza recorridos urbanos y el 29,5 %, recorridos de transporte nacional. El predominio de los recorridos urbanos se mantiene en todas las actividades, a excepción de la minería, la cual presenta un balance del 50 % en cada uno” (ENL, 2018, p. 28).

Además, en la encuesta se menciona la rotación de inventarios y afirma que “el índice de rotación de inventarios es utilizado por las empresas como uno de los parámetros de control de gestión logística de almacenamiento; este indicador permite evaluar la gestión de abastecimiento, de los inventarios y de las prácticas de compra de una empresa.” (ENL, 2018, p. 39). La encuesta menciona que se tuvieron en cuenta las empresas que son dueños de mercancías.

Otro de los puntos analizados por dicha encuesta es el referente a los plazos de pago, en el cual se dice que en el “pago de servicios de transporte y almacenamiento, se puede apreciar que las empresas colombianas pagan los servicios de transporte y distribución en promedio a un plazo de 27,6 días, y los servicios de almacenamiento a 16,2 días. Con base en su actividad económica, las empresas de minería y transporte y almacenamiento presentan mayores plazos de pago de servicios de transporte.” (ENL, 2018, p. 43).

Con respecto a la calidad en la entrega de los productos muy pocas empresas miden dicha calidad y las cifras según la encuesta nacional logística indican que “En el país, el 21,5 % de las empresas miden el indicador de pedido perfecto. Al analizar los datos de medición por actividad económica y tamaño de empresa se observan los siguientes resultados” (ENL, 2018, p. 43).



**Figura 1.** Porcentaje de empresas que miden calidad por actividad económica. ENL (2018)

Cabe mencionar que “Del total de empresas que informaron el valor de este índice, se identificó a nivel nacional que el 75,4 % de los pedidos cumplen los requisitos para considerarse como una entrega perfecta” (ENL, 2018, p. 43). Por lo tanto, este podría ser un problema a abordar, teniendo que cuenta que dicho índice podría presentar un mayor valor.

### 1.1.3. Principales problemas de la logística y transporte en Bogotá/Cundinamarca.

Según el boletín de logística que realiza la administración distrital es necesario tener en cuenta los flujos logísticos, la seguridad y la infraestructura vial. Con respecto a los flujos logísticos y específicamente a los flujos medios de vehículos de carga se cuenta con la siguiente información:

Bogotá y Cundinamarca representaron para el 2015 un movimiento de carga de aproximadamente 49.800 viajes diarios (véanse Gráficas 2 y 3), con 65% generado por Bogotá para salida y entrada de vehículos, en comparación con Cundinamarca con 35% de viajes para el mismo período. Esto se refleja por la gran concentración de población en la ciudad que demanda mayor porcentaje de productos, bienes y servicios. (2015, p.9).

Con respecto a la seguridad, las estadísticas de dicha encuesta arrojan que hubo disminución en los robos desde el año 2011 al 2015, de igual forma también hubo disminución en las multas

gracias a las acciones que implementó la secretaría de movilidad en la ciudad. Por otro lado, la accidentalidad de los vehículos de carga se mantuvo estable en el año 2012, 2013 y 2014.

En el boletín de logística que analiza la zona de Bogotá y sus alrededores, se realiza un estudio detallado de aquellos factores que influyen en el funcionamiento logístico de la ciudad y se llega a la siguiente conclusión:

El flujo logístico es el tema más abordado en Bogotá Región de acuerdo con la disponibilidad de información histórica existente, en la cual se ha podido determinar el grado de influencia del transporte de carga a nivel distrital y departamental, destacando aspectos como los siguientes:

Se requiere mayor número de viajes para transportar mercancías.

El número de vehículos dentro de la ciudad está en aumento, impactando de forma negativa en la circulación vial hacia y fuera de Bogotá y Cundinamarca.

A su vez, el aumento de vehículos y viajes en la ciudad está generando mayor contaminación, especialmente en CO<sub>2</sub>. (2015, p. 35).

Teniendo en cuenta las conclusiones a las que llegaron en el boletín logístico, los puntos allí expuestos podrían servir como el inicio de futuras investigaciones ya que se analizan problemas directos que se generan en el área logística.

## **1.2. Descripción del problema**

### **1.2.1. Descripción de la empresa.**

La empresa MCT SAS es una sociedad por acciones simples de carácter privado, que fue fundada en el año de 1995, por el señor Néstor Díaz Moncada, identificado con cedula de ciudadanía No 5667774, registrada con cámara y comercio No 647576, cuyo objeto social es el de transporte intermunicipal de carga por carretera, otras actividades complementarias del transporte y otros tipos de intermediación financiera n.c.p. los cuales se identifican con el código CIIU 6042, 6339 y 6599 respectivamente.

La empresa se encuentra ubicada en el Parque logístico MCT – Vereda la isla, Lote La Adelia No. 2



**Figura 2.** Parque logístico MCT. Página web MCT (2018).

Los servicios que ofrece MCT están definidos en varias categorías, las cuales se encuentran divididas en cuatro secciones. en la siguiente tabla se puede observar cada una de estas secciones con su descripción correspondiente:

Tabla 1.

*Servicios ofertados por la empresa*

Servicios ofertados	Descripción
<b>Transporte</b>	<p>Dentro de este servicio encontramos:</p> <p><b>Transporte masivo:</b> Consiste en el transporte de todo tipo de productos (Nacionales, sin nacionalizar e internacional, etc.)</p> <p><b>Transporte urbano:</b> Servicio de distribución en las principales ciudades de Colombia, así como en municipios aledaños, y otros países como Venezuela y Ecuador. Además del servicio de seguimiento y control de las entregas.</p> <p><b>Vehículos:</b> Para prestar este tipo de servicio se cuenta con más de 1000 vehículos que cuentan con variedad en la capacidad, los hay propios y tercerizados. Estos vehículos son seleccionados bajo criterios específicos.</p>



	<p><b>Contenedores:</b> Se manejan 20 y 40 pies propiedad de la empresa y algunos de alquiler.</p> <p><b>Otros servicios:</b> Alquiler de montacargas, transporte de mercancía extra dimensionada, operaciones de cargue y descargue, traslado de dinero.</p>
<b>Seguridad</b>	<p><b>Drones de vigilancia:</b> La empresa cuenta con drones de última tecnología para vigilar los alrededores de la compañía, igualmente son utilizados para acompañar y vigilar a vehículos, para que el cliente este seguro de que sus productos son transportados de forma segura.</p> <p><b>Acompañamiento:</b> De ser necesario, la empresa cuenta con personal capacitado dotados de armas que cuentan con todas las licencias y permisos para realizar el acompañamiento de cargas.</p> <p><b>Autoridades:</b> Actuación en equipo con autoridades como la policía, la DIJIN o SIJIN, entre otros.</p> <p><b>Precintos</b></p> <p><b>Puestos de control:</b> Que se encuentran en puntos de las vías con el fin de controlar y asegurar el transporte de la carga, además de puestos de control virtuales.</p> <p><b>Departamento de seguridad:</b> Encargados de la seguridad de las cargas y de las instalaciones.</p>
<b>Comunicaciones</b>	<p>Sistema satelital GPS</p> <p>Infraestructura</p>
<b>Servicios logísticos</b>	<p>Plataforma logística en Cartagena</p> <p>Parque logístico MCT Funza</p> <p>Plataforma logística en Venezuela</p>

*Nota.* Elaboración propia construida a partir de la información de la página web de MCT.

**La empresa MCT SAS tiene como Misión la siguiente:**

MCT SAS (2020) indica que: “MCT SAS, transporta, almacena y distribuye carga a nivel nacional e internacional, garantizando a sus clientes seguridad, cumplimiento y confiabilidad.”

**Como Visión estratégica la empresa la ha definido de la siguiente manera:**

MCT SAS (2020) afirma: “Con proyección al año 2020 la Organización MCT SAS, asume el reto de ser una empresa confiable en operaciones logísticas (transporte, almacenamiento y distribución) de mercancías, a nivel Nacional e Internacional, proyectándose dentro de un mercado de globalización, para satisfacer las necesidades actuales y potenciales de sus clientes, logrando así el bienestar de sus colaboradores con el desarrollo de un ambiente en el cual puedan innovar y sobresalir.”

**Las Políticas con las que la empresa cuenta son:**

Política del sistema de gestión integral, política de responsabilidad social y política de tratamiento de datos personales.

**Historia**

MCT S.A.S. fue creada en el año 1995 con el fin de convertirse en empresa líder en el sector de trasportes, logrando consolidarse como una de las más importantes en Colombia.

Cuenta con más de 400 empleados distribuidos a lo largo y ancho del país en puntos estratégicos como las fronteras, puertos marítimos y puntos colindantes a ciudades de Venezuela y Ecuador por los que MCT S.A.S extiende sus rutas; todo con el fin de brindar gran orientación al cliente.





MCT S.A.S ofrece dentro de sus servicios y catálogo de productos seguridad; por ello, ha desplegado a lo largo de sus rutas puestos de control que permiten garantizar la entrega final de la mercancía y una debida atención al cliente a lo largo de todo el proceso.

Dados los servicios ofrecidos por la empresa MCT S.A.S., se identifica como un operador logístico 4PL puesto que cuenta con servicios de almacenamiento, una flota para el transporte de mercancías y ofrece una gestión de almacén y picking dentro de su oferta de servicios.

En la actualidad la empresa cuenta con clientes varios y se transportan y almacenan todo tipo de productos tales como electrodomésticos, comida para mascotas, jabones. Entre el listado de clientes de MCT podemos encontrar:

Tabla 2.

*Cientes*

<b>Cientes</b>	<b>Descripción</b>	<b>Imagen</b>
<b>TV Azteca</b>	Almacena en el CEDI cableado y postes, elementos de gran importancia para sus actividades.	
<b>Coopidrogas</b>	Hace uso del CEDI almacenando insumos médicos como agujas, jeringas, máscara para respiradores, entre otros.	
<b>Alimentos Polar</b>	Abarca gran parte de las operaciones realizadas por la empresa. Además de ocupar un porcentaje importante del volumen almacenado del CEDI. Entre los productos de polar almacenados se encuentran harina para arepas pan, alimentos para perro Dogourmet (producto terminado y materias primas).	
<b>Samsung</b>	Samsung ha contratado a MCT para almacenar en su centro de distribución producto terminado de la línea de electrodomésticos como son los refrigeradores.	
<b>Muebles 2020</b>	El cliente almacena en el cedi de MCT producto terminado como muebles, estantes, camas, entre otros.	

*Nota.* Elaboración propia.

**Las certificaciones de calidad con las que la empresa cuenta actualmente son:**

Certificación del sistema de gestión integral de calidad, ambiental, salud y seguridad en el trabajo (ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, OHSAS 18001:2007 Y BASC V5:2017 ESTANDAR 501)

Certificación / Huella de Carbono

Certificación / BASC

Calificación De Proveedores Coface Colombia

Certificación / Responsabilidad Social

**La organización ha recibido los siguientes reconocimientos**

MCT S.A.S. se encuentra galardonada como una de las 50 Mejores Empresas para trabajar en América Latina (2017).

MCT SAS. entre las 20 Mejores Empresas para trabajar en Colombia en 2016

MCT, El éxito como política empresarial

Reconocimiento GM Colmotores (2011 y 2014)

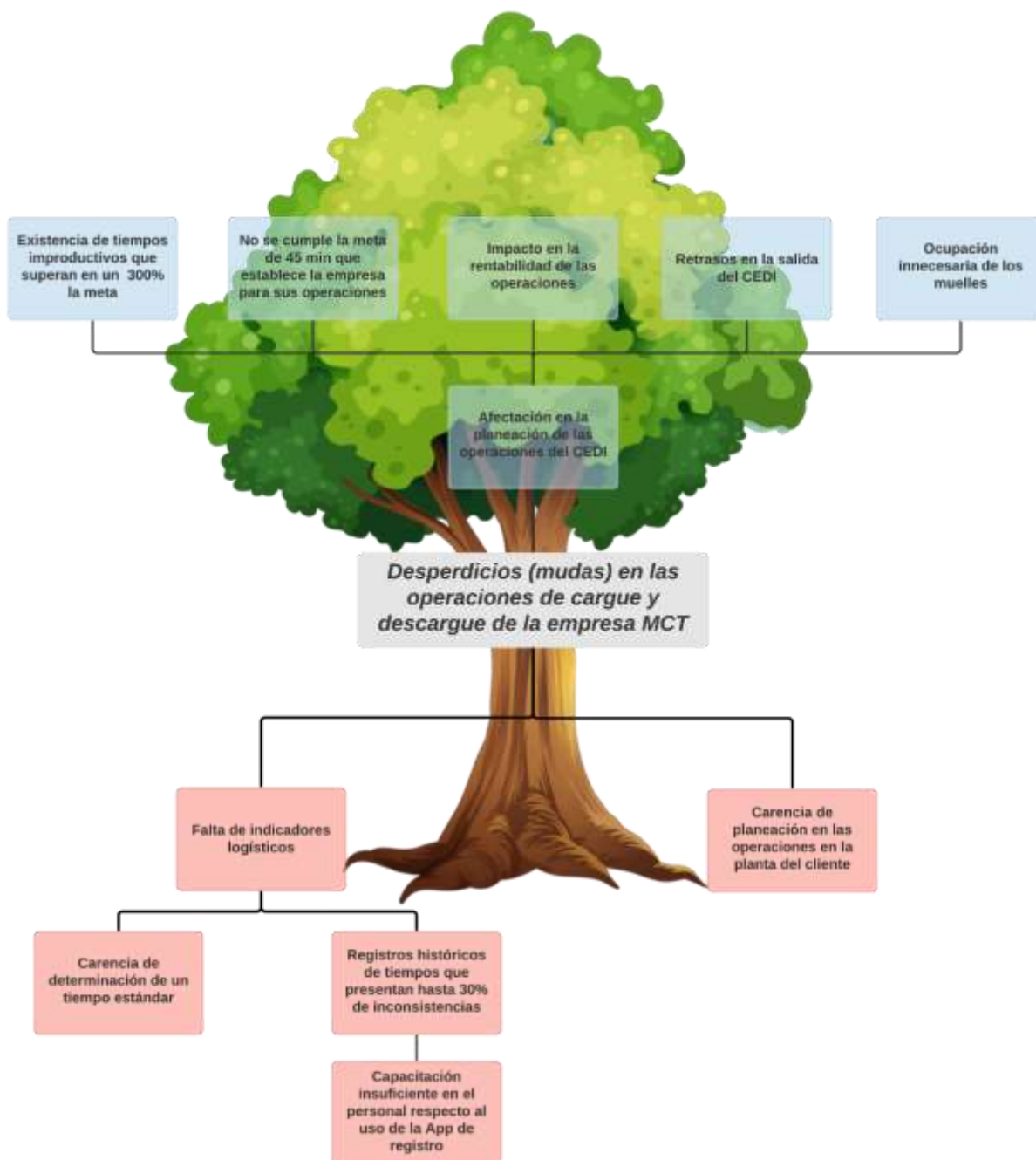
Reconocimiento san Antonio Venezuela

**1.2.2. Problemática empresarial.**

Aunque la empresa MCT lleva más de 30 años consolidada en el mercado como una gran empresa logística, a la hora de transportar mercancías se pactan fechas y horas específicas las cuales son dadas teniendo en cuenta el acuerdo que se realiza con la persona encargada de conducir los vehículos y su disponibilidad con respecto a la ruta solicitada. Cabe mencionar que la empresa no cuenta con una flota propia de vehículos, pero si con contratos a terceros, por lo tanto, esto tiende a generar un problema a la hora de encontrar transportadores que cumplan con las condiciones exigidas por la alta dirección entre los que están el cumplir con los horarios establecidos por los clientes para el cumplimiento y la entrega de los pedidos. Sin embargo, la empresa indica que el tercerizar la flota de transporte si bien genera inconvenientes les reporta un ahorro en cuanto a costos de mantenimiento de vehículos y de personal se refiere.

Desde el mes de diciembre de 2019, la empresa tomó la decisión de implementar la toma de tiempos de sus operaciones dentro del CEDI y consideraron realizar esta métrica desde el momento en que el conductor hace la radicación de los documentos para empezar el proceso de cargue. Sin embargo, no se ha realizado un debido análisis de esta métrica, puesto que aún no se establece un tiempo estándar, un promedio de tiempo por volumen de carga o el establecimiento de indicadores que permitan al encargado del CEDI realizar mejoras en las operaciones, llevando un control más detallado en lo que a recepción y cargue de pedidos se refiere.

## Árbol de problemas



**Figura 3.** Árbol de problemas. Elaboración propia.

### 1.3. Formulación del problema

Teniendo en cuenta los antecedentes ya mencionados, con este trabajo se espera realizar un estudio de tiempos y movimientos que permita generar una propuesta de mejora en las operaciones

de transporte, cargue y descargue en la empresa MCT, que a su vez permita brindar mayor satisfacción a los clientes dado que aquello que no se mide no tiene oportunidad de ser controlado o mejorado. Por estas razones la pregunta a resolver es:

¿Cuáles son las variables que intervienen en la optimización de las operaciones desarrolladas en el CEDI de la empresa MCT, para el cliente alimentos polar; y como podrían ser mejoradas mediante el uso de un estudio de tiempos y movimientos y las herramientas Lean Logistics?

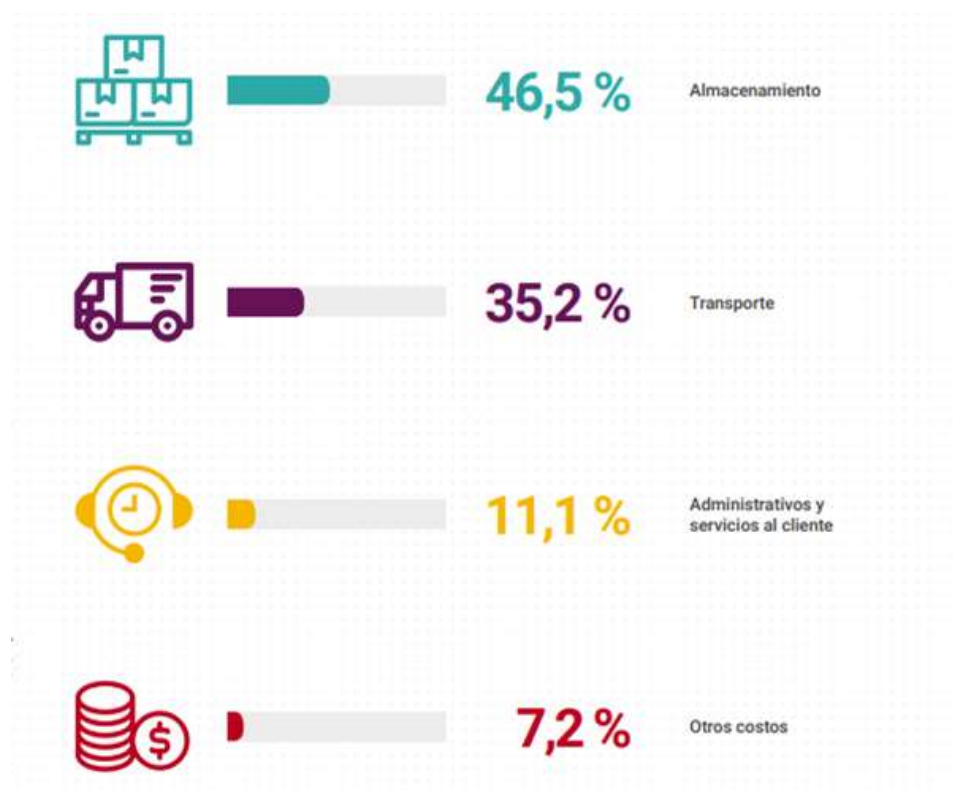
#### **1.4. Sistematización del problema**

- ¿Cuáles son las actividades que afectan el correcto desarrollo del proceso y aquellas se identifican como vitales en la optimización de las operaciones en el CEDI de la empresa MCT?
- ¿Cuál será la técnica de ingeniería de tiempos y movimientos que se ajusta adecuadamente a la empresa MCT?
- ¿Al generar la propuesta que lleve a una mejora en las operaciones del centro de distribución, se evidencian las falencias que está teniendo la organización en materia de tiempos?
- ¿La filosofía Lean Logistic permite generar propuestas de mejora?

## 2. Justificación

La empresa MCT es una empresa logística con amplia experiencia en el sector de transporte de cargas. Adicionalmente, la empresa cuenta con servicio de almacenamiento que les permite a los clientes hacer uso de sus instalaciones tercerizando los costos que incurrirían al adecuar una bodega.

MCT es preferida por empresas que dentro de su catálogo de productos se ofrecen insumos hospitalarios, jabones, alimentos para mascotas, productos para el hogar entre otros. Según la encuesta Nacional de Logística (2018), el costo logístico se estructura de la siguiente manera. Ver figura 4.

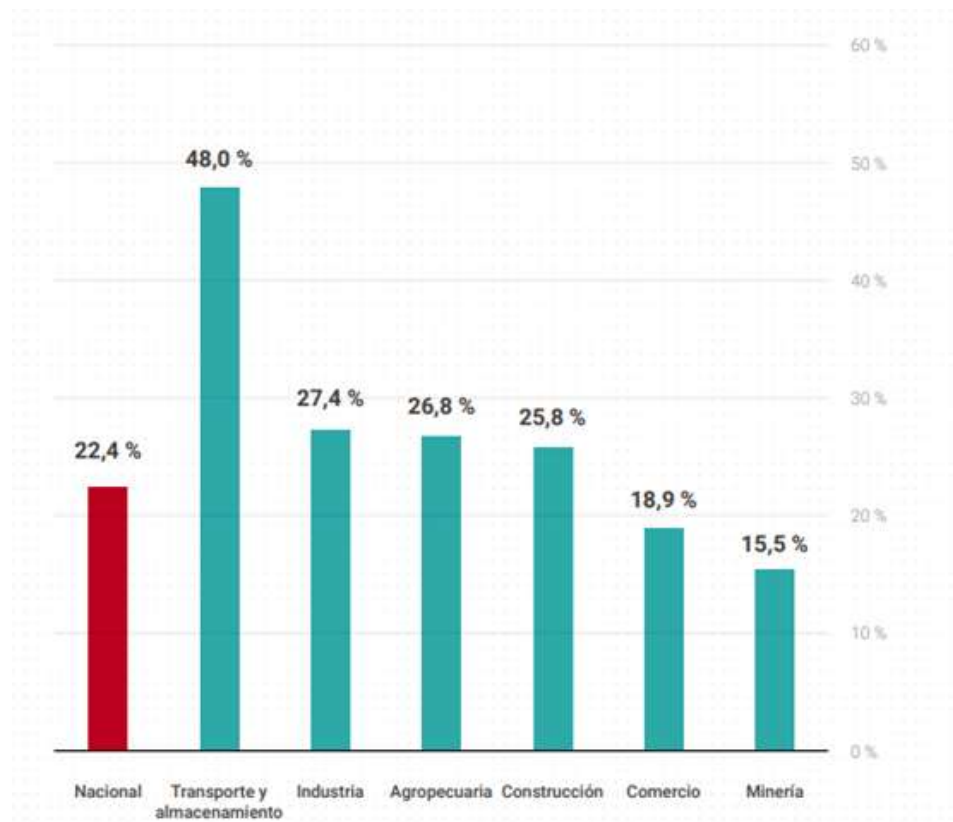


**Figura 4.** Costo logístico. ENL (2018).

Según la figura 4, los factores que generan más peso probabilístico dentro del análisis del costo logístico son el de almacenamiento y el de transporte de los productos. Si bien MCT es una empresa de transporte de cargas líder dentro del sector transportador, no cuenta con una flota de vehículos propia. Por temas de costos los directivos encontraron que tercerizar el transporte reducía considerablemente los costos logísticos. Según la ENL (2018) se encontró que, de las

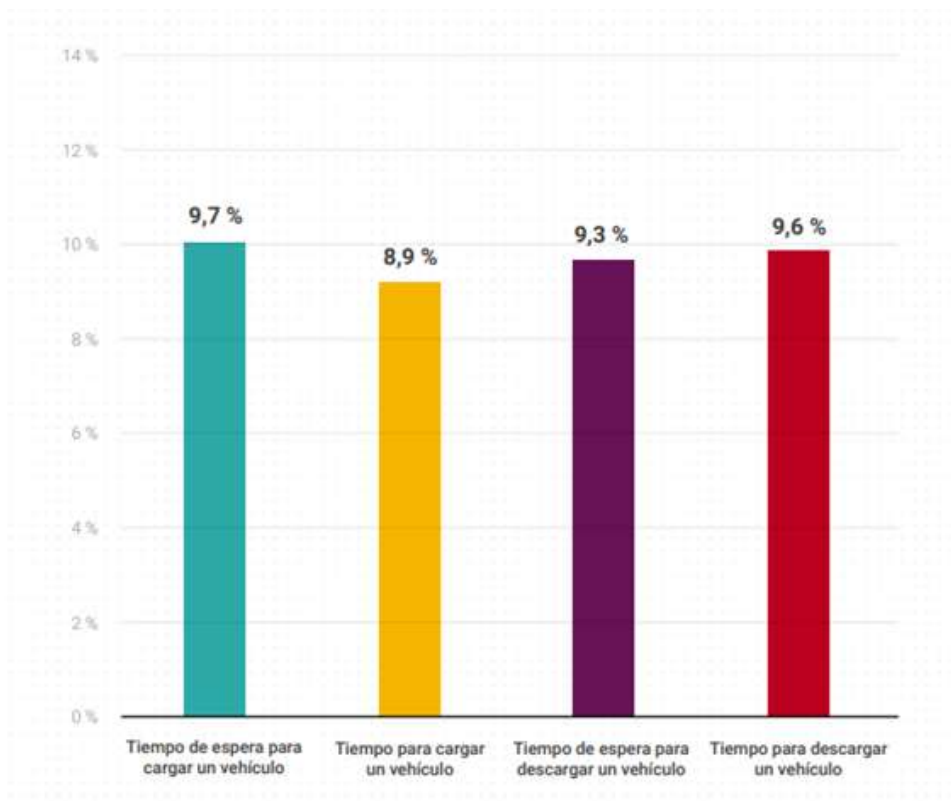


diferentes actividades económicas tenidas en cuentas para dicho estudio, el sector de transporte y almacenaje es el único que cuenta con un porcentaje elevado que sin embargo no supera el 50%, resultados que demuestran que en general las empresas tercerizan flota vehicular.



**Figura 5.** Porcentaje empresas con flota propia por actividad económica. ENL (2018).

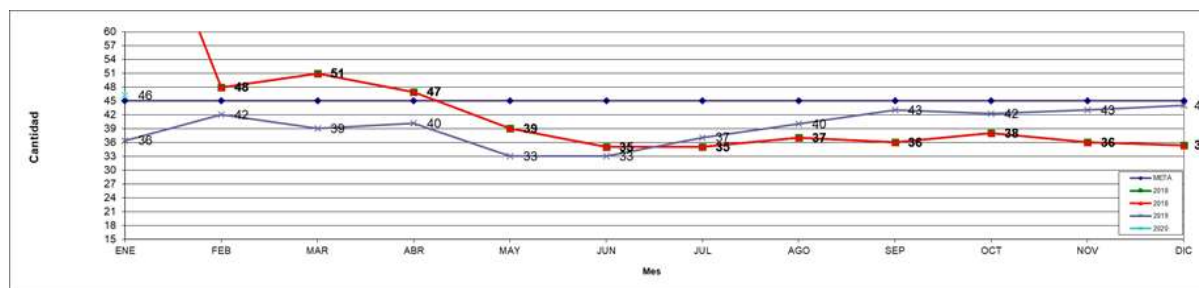
Por último, la Encuesta Nacional Logística (2018) evaluó la cantidad de empresas en Colombia que realizaban medidas a los tiempos de operación y espera de cargue y descargue encontrando que: “En Colombia menos del 10% de las empresas miden sus tiempos de espera o de las operaciones de cargue y descargue” (p.33)



**Figura 6.** Porcentaje empresas que miden tiempos de operación, espera cargue y descargue. ENL (2018).

Actualmente MCT pertenece al grupo de empresas que realizan mediciones en los tiempos de sus operaciones de cargue y descargue. En principio, la empresa solo contaba con los tiempos promedio que tarda una entrega desde la planta del cliente al CEDI de MCT y un indicador promedio para los tiempos de descargue. Sin embargo, a partir del mes de enero de 2020 la empresa empezó a llevar un registro de los tiempos empleados para la realización de las operaciones de cargue y descargue, así como las esperas involucradas en dichas operaciones lo que permitirá realizar un análisis del valor de las actividades antes mencionadas y detectar cuellos de botella o desperdicios. Sin embargo, a partir del mes de enero de 2020 la empresa empezó a llevar un registro de los tiempos empleados para la realización de las operaciones de cargue y descargue, así como las esperas involucradas en dichas operaciones lo que permitirá realizar un análisis del valor de las actividades antes mencionadas y detectar cuellos de botella o desperdicios.

Abordando el tema directamente desde la empresa MCT, se pueden observar los siguientes datos:

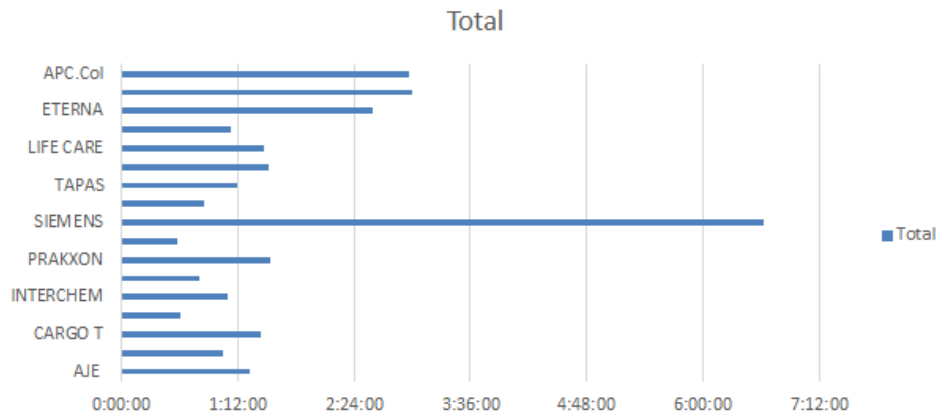


**Figura 7.** Tiempos de descarga promedio mensual. MCT. ENL (2018).

En la figura expuesta anteriormente se pueden observar los datos correspondientes a los tiempos promedio de descarga mensual durante los últimos 3 años, se observa que la meta establecida para dicha operación es de 45 minutos. También es notable que el tiempo empleado para algunas operaciones se encuentra por debajo de la meta y en otros se encuentra muy por encima de esta y se desconoce porqué en algunos puntos cumplen con el indicador y en otros no.

Si bien se sabe que los procesos y operaciones llevados a cabo por MCT presentan cambios dependiendo del tipo de carga, la empresa no lleva el control de estas en todas las bases de datos de las diferentes operaciones realizadas, por tal razón decidieron trabajar con tiempos promedio generales; es decir, para la empresa es indiferente el peso o cantidad de ítems que se estén cargando y el tiempo empleado para ello. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se encuentra necesario revisar exhaustivamente la información proporcionada por la empresa con el fin de llegar a tiempos estimados que brinden una perspectiva más amplia de las operaciones.

En la siguiente grafica se puede observar el listado de clientes y el tiempo promedio que se están demorando en realizar la operación de cargue. Se observa que no se cumple con la meta establecida y que, por el contrario, está muy por encima siendo Siemens el cliente con un tiempo de descarga significativamente mayor al tiempo establecido como meta. Sin embargo, para efectos del proyecto y al ser Alimentos Polar el cliente con un mayor nivel de ocupación en el CEDI se opta por evaluar los tiempos de operación con dicho cliente.



**Figura 8.** Tiempos de cargue por cliente. MCT. ENL (2018).

### 3. Objetivos

#### 3.1. Objetivo general

Identificar las variables que intervienen en la optimización de las operaciones desarrolladas, por medio de un estudio de tiempos y movimientos y la implementación de herramientas Lean Logistics, en pro de la mejora en las actividades del CEDI de la empresa MCT.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso actual del centro de distribución, de tal forma que sea posible identificar las actividades que aportan valor a este, mediante la elaboración del mapa de la cadena de valor.
- Establecer las necesidades de la empresa MCT en materia de estudio de tiempos y las técnicas a aplicar.
- Determinar las actividades críticas de las operaciones en el centro de distribución mediante la toma de tiempos.
- Implementar las herramientas pertenecientes a la filosofía Lean Logistics que se adecuen a las necesidades de la empresa MCT y que permitan un beneficio al eliminar los desperdicios.
- Realizar una propuesta de mejora teniendo en cuenta la estandarización de los tiempos y la filosofía Lean Logistics.

## 4. Marco referencial

### 4.1. Antecedentes de la investigación

Se entiende como centro de distribución aquel espacio que da lugar a las operaciones de almacenamiento de materias primas, producto terminado y alistamiento para la posterior distribución de los productos entre otras operaciones. Según la Revista de logística (2016) “Un centro de distribución (CEDI) es un nodo amortiguador de la red logística que permite compensar diferencias entre el flujo de abastecimiento y la demanda, bien sea de producto terminado, materias primas o producto en proceso”. Siguiendo esta idea y teniendo en cuenta que un centro de distribución comprende una parte vital dentro de la cadena logística al contar con la característica de ventanas de tiempo específicas para el cargue y descargue de los productos que bien pueden favorecer al operador logístico o perjudicarlo; es indispensable evaluar el tiempo empleado para dichas operaciones. A continuación, se hará una revisión a estudios realizados en materia de estudios de tiempos y movimientos con el fin de realizar un aporte a la mejora de los tiempos en las operaciones llevadas a cabo en un CEDI.

Un primer proyecto revisado con el fin de realizar la construcción de estos antecedentes el cual se titula “Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá” tiene como objetivo “Alcanzar la productividad, ya que la mayoría de estas empresas trabajan de forma empírica, no entregando a tiempo los pedidos que les son solicitados” (Rivera, 2014, p.13). En el proyecto antes mencionado el autor decide realizar observaciones en la empresa con el fin de obtener los tiempos y movimientos para realizar un estudio de los procesos que se llevan a cabo en la organización y a partir de estos determinar un plan de capacitaciones que permita mejorar la productividad.

Un segundo proyecto analizado perteneciente a la universidad Nacional Autónoma de Nicaragua para optar al título de ingeniero industrial y de sistemas de la facultad de ingenierías (2007), llamado “Estudio de Tiempos y Movimientos en el Centro de Distribución (CEDI) WAL-MART de Nicaragua en el período comprendido de 16 de noviembre de 2006 al 21 de febrero de 2007”.

El objetivo de dicho proyecto de grado era el de realizar un estudio de tiempos usando la modalidad de cronometraje a las operaciones, aportando beneficios a la empresa gracias al análisis dado por la investigación. Al culminar el proyecto, los estudiantes concluyeron que, si bien los

trabajadores encargados de las operaciones realizadas en el CEDI presentaban tiempos de inactividad e ineficiencia, estos no siempre se debían a la poca disposición en interés, sino que la cantidad de recursos con los que contaban podían limitar su trabajo. Por otro lado, proponen la aplicación de ciertas técnicas como el sistema ILO y de la inspección constante que permitirán mejorar tiempos agregados por descansos de los trabajadores que no estaban siendo contemplados antes del estudio.

En un tercer proyecto titulado “Estandarización de tiempos de producción en la planta de tintas de Preflex SA” de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas realizado en la empresa Preflex SA la cual se dedica a la fabricación de polímeros funcionales y adhesivos, la estudiante que llevó a cabo dicho proyecto tenía como objetivo realizar un estudio de tiempos y movimientos analizando el paso a paso el proceso productivo, determinar en donde estaba fallando y cuáles podrían ser las mejoras a aplicar. Dentro de las conclusiones se puede encontrar que Arenas (2012) determina que “Al realizar el estudio fue posible conocer las falencias que tenía el sistema productivo de la planta de tintas y confirmo que era preciso tomar acciones de mejora de forma prioritaria” (p. 67). Lo cual da a entender que el estudio realizado resultó funcional para la organización porque se detectó donde se encontraban los problemas y se propuso una forma de corregirlos.

Un cuarto trabajo a tener en cuenta realizado para la obtención del título de ingeniero industrial en la universidad tecnológica de Pereira y el cual recibe el nombre de “Estudio de métodos y tiempos para el mejoramiento de los procedimientos del centro de distribución nacional (CEDINAL) – unidad ambulatoria, en Audifarma S.A.” busca mejorar los procesos en el centro de distribución para que puedan garantizar operaciones eficientes que vayan acorde con el crecimiento de la empresa. Gracias al estudio de tiempos realizado como conclusión se determinó que la recepción de la mercancía debía agilizarse y que el flujo de comunicación entre áreas debía ser más efectivo, los estudiantes a cargo también encontraron que la separación y chequeo causan demoras ya que el tiempo utilizado para estas actividades resultó mayor a lo esperado e hicieron conclusiones y propuestas de mejora con respecto a la consolidación y despachos, conteos aleatorios y devoluciones.

Un quinto trabajo de grado revisado, realizado por Martínez (2009) denominado como “Propuesta de mejoramiento de la operación del centro de distribución Sodimac, a través de la

distribución en planta y el rediseño de los procesos operativos de recepción, almacenamiento, alistamiento y despacho”. En este trabajo la autora realiza entre otras estrategias un estudio de tiempos y movimientos de las operaciones realizadas en el CEDI de Sodimac con el fin de encontrar operaciones críticas con opciones de mejora que permitan un mayor cumplimiento de los requerimientos del cliente. Por otro lado, el estudio de los tiempos empleados por cada operario para llevar a cabo sus labores permitió hallar la capacidad de despacho con la que cuenta el CEDI al momento de la investigación.

Un sexto trabajo de grado revisado titulado “Propuesta de una metodología de Lean Logistic para ser aplicada en los procesos de operadores logísticos en cadenas de suministros en Colombia” realizado para optar al título de Magister en Diseño y Gestión de procesos. En este trabajo la autora indica que: “el objetivo que se desea alcanzar con esta investigación es diseñar o bien sea adaptar una metodología ya existente basada en las herramientas lean que sea aplicable en Colombia.” (Angeles, 2017, p. 10). La estudiante establece una relación entre la calidad de los procesos realizados por las empresas colombianas y la importancia o beneficio que estas podrían obtener de la implementación de las herramientas Lean Logistic especialmente para el sector de transporte o de operadores logísticos.

Una última tesis de grado titulada “Implementación de Lean Logistic para mejorar la productividad del área logística de la empresa ANTIUM S.A., Santiago de surco, 2017” realizada con el fin de obtener el título de ingeniero industrial presenta como objetivo general “determinar si la implementación de Lean Logistic mejorará la productividad de la empresa ANTIUM S.A., Santiago de Surco, 2017.” (Contreras, 2017, p. 13). El autor de este proyecto además menciona la importancia de mejorar la productividad de la organización implementando la filosofía mencionada, ya que aumentara el buen desarrollo de las actividades que se llevan a cabo.

## **4.2. Marco teórico**

### **4.2.1. Clasificación de la gestión de inventarios.**

La gestión o clasificación del almacén son métodos que sirven para registrar el inventario en una empresa. Hablando específicamente de un centro de distribución, la gestión de inventarios ayuda a conocer la forma como los productos son movidos dentro del almacén.



**4.2.1.1. Gestión de almacén FEFO.** First expired, first out por sus siglas en ingles que al español traduce primeros en expirar, primeros en salir. Como lo dice la página web de la OBS: “El método FEFO se vale de los avances tecnológicos para recuperar los lotes de mayor antigüedad y seleccionarlos para que salgan los primeros al mercado. De esta forma evitamos que estos productos salgan al mercado sin tiempo suficiente para su consumo o caduquen en los almacenes.” (OBS Business School).

**4.2.1.2. Gestión de almacén FIFO.** First in, first out por sus siglas en inglés que al español traduce primero en entrar, primero en salir. Para explicar esta teoría, se encuentran en internet diversas fuentes de información, la página Ractem afirman que en la gestión FIFO: “El lote de stock que primero entra, es el que primero sale” (RACTEM, 2019)

**4.2.1.3. Gestión de almacén LIFO.** Last in, First out por sus siglas en ingles que al español traduce último en entrar, primero en salir. Según la página Ractem el método LIFO: “es ideal para productos no perecederos que no caducan ni pierden valor. Así, evita el tener que mover la mercancía en un almacén. El stock que va llegando se apila de forma accesible en las estanterías de almacén o a través del sistema de paletización.” (RACTEM, 2019)

#### 4.2.2. Estudio de tiempos y movimientos.

La Oficina Internacional del Trabajo Ginebra (1996) define: “La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”. (p. 251).

#### 4.2.3. Lean Logistic.

Para lo que a esta investigación se refiere, la filosofía Lean se vuelve de suma importancia dado que según señalan Moore y Papanicolau (2018), “El Lean Logistic, es una herramienta vital para las organizaciones que deseen reducir sus costos, para lo cual tienen que eliminar los desperdicios”. Dentro de estos desperdicios se consideran aquellas actividades que restan calidad al producto final como pueden ser tiempos de espera o cuellos de botella, movimientos que no agregan valor, devoluciones, entre otros.

La página Mecalux (2019) indica que Lean Logistics: “tiene por objetivo reducir los costes logísticos poniendo énfasis en detectar y atajar aquellas tareas que no generan valor añadido al proceso. Como consecuencia, se logrará un acortamiento del tiempo de ciclo del pedido.”

Marco (2015) señala que los principales objetivos de la filosofía son:

1. Distribuir el material necesario, cuando es necesario en la cantidad adecuada y convenientemente presentado mirando hacia atrás de la cadena de suministro.
2. Buscar la efectividad en la distribución de productos mirando hacia delante de la cadena de suministro.
3. Eliminar los despilfarros en cada eslabón de la cadena para mejorar la efectividad de las operaciones.
4. Acortar los plazos de entrega en cada eslabón de la cadena para llegar antes a los clientes.

Puesto que el objetivo de esta investigación es el identificar y suprimir aquellas actividades que como indican los autores puedan restar valor.

#### 4.2.4. VSM.

Dentro de las herramientas usadas en este proyecto se pretende desarrollar el mapa de la cadena de valor del proceso a estudiar; por ello, es necesario realizar una revisión a la definición o concepto denominado Mapa de la cadena de valor o Value stream mapping (VSM).

Según AR y Al-Ashraf (2012): “involucra en todos los pasos del proceso, se analizan tanto el valor agregado como el no valor agregado, y se usa VSM como una herramienta visual para ayudar a ver los desechos ocultos y las fuentes de desechos.” (p. 1).

#### 4.2.5. Operador logístico.

##### **4.2.5.1. Operador 3PL.** Castellanos (2015) lo define como:

Empresas que prestan servicios de logística externos y se caracterizan por buscar soluciones logísticas, con el fin de optimizar los recursos disponibles. Podemos considerar en este grupo a operadores 2PL que han evolucionado, que logran llevar funciones logísticas de rastreo y almacenamiento, cuentan inclusive con algún centro de distribución y pequeñas flotillas de transporte, y tienen la posibilidad de tercerizar. (p. 293).

##### **4.2.5.2. Operador 4PL.** Según Castellanos (2015) los operadores 4PL:

Son empresas que prestan servicios de logística integrada. Es básicamente la evolución de un 3PL, el cual ha incluido en su servicio la consultoría logística, lo que la hace más lucrativa y le permite una relación más estrecha con los clientes. Dentro de los servicios que ofrece se encuentran la planificación, integración de tecnologías de información, planeación del transporte, localización y seguimiento, entre otras (p. 293).

#### 4.2.6. Mapa de la cadena de valor.

El termino cadena de valor fue popularizado en los años ochenta por Michael Porter y según Ávila: “La Cadena de Valor o ciclo de valor consiste en describir el desarrollo de las actividades que la empresa realiza para generar valor que satisfaga al cliente.” (PR comunicación, 2015).

#### 4.2.7. Mapa de procesos.

El mapa de procesos según ESAN (2016), se define como: “un diagrama de valor que representa, a manera de inventario gráfico, los procesos de una organización en forma interrelacionada.” El mapa de procesos además se compone de tres macroprocesos específicos siendo estos los procesos estratégicos, operativos y de soporte.

Los procesos estratégicos se definen como:

Procesos que se encuentran en la estrategia que condicionan la definición y la consideración de los demás procesos y actividades que deben ofrecer un soporte para la toma de decisiones acertadas, fortalecer la operativa del negocio y contribuir a mejorar la perspectiva del cliente. (Isotools, 2017).

Por otro lado, los procesos operativos o misionales se pueden definir como: “aquellos directamente vinculados a los bienes producidos o a los servicios que se prestan y, en consecuencia, orientados al cliente/usuario. Centrados en aportar valor, su resultado es percibido directamente por el cliente o usuario.” (ESAN, 2016). Por último, los procesos de apoyo se distinguen como: “aquellos que sirven de soporte a los procesos claves y a los procesos estratégicos. En muchos casos, estos procesos son determinantes para conseguir los objetivos de los procesos dirigidos a cubrir las necesidades y expectativas de los clientes o usuarios.” (ESAN, 2016).

### 4.3. Marco conceptual

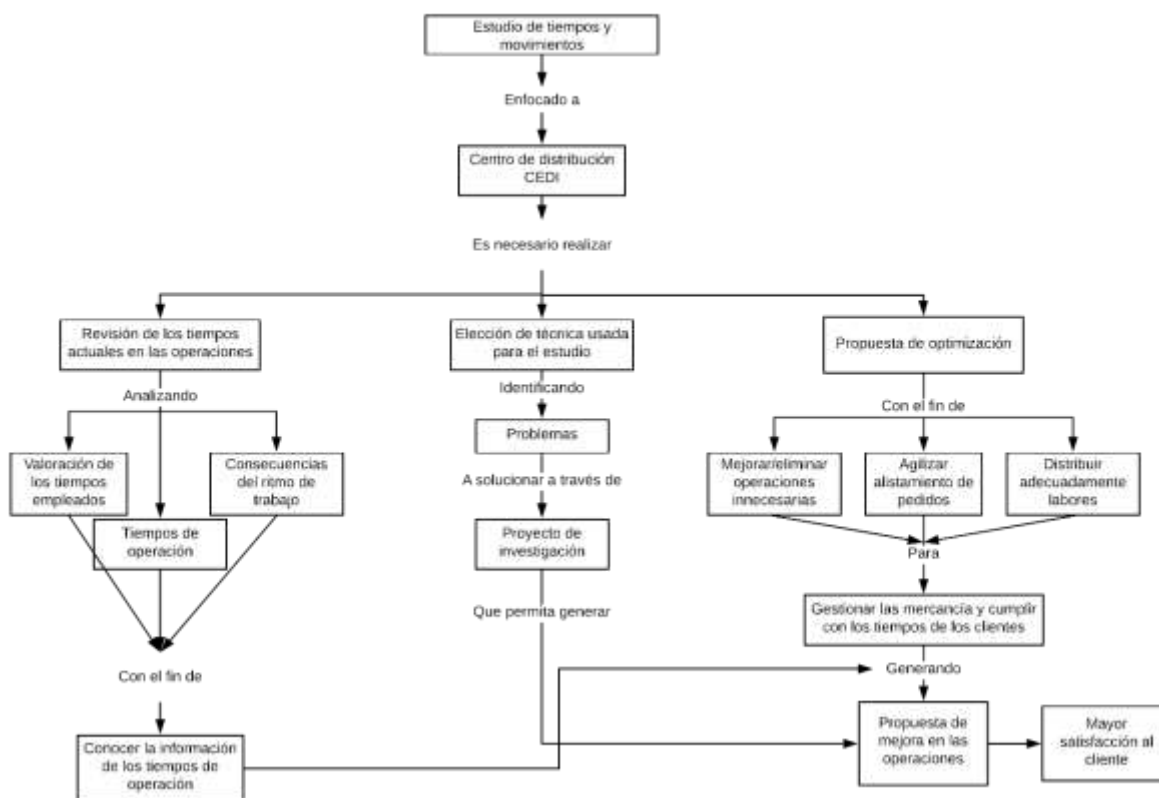


Figura 9. Marco conceptual. Elaboración propia.

### 4.4. Marco legal

Tabla 3.

Normograma MCT

NORMOGRAMA						
ÍTEM	Tipo de documento	Número	Fecha de emisión	Descripción de la norma	Entidad emisora	
1	Ley	1581	2012	Constituye el marco general de la protección de datos personales en Colombia.	Congreso de la república	
2	Ley	1098	2006	Por medio del cual se instaure el código de infancia y adolescencia y que complementa	Congreso de la república	

				disposiciones de la Ley 1581 de 2012.	
<b>3</b>	Decreto	1377	2013	Que reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012.	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
<b>4</b>	Ley	1259	2008	Referente a la creación e implementación del compendio ambiental a personas naturales o jurídicas sobre el debido manejo de los residuos sólidos o escombros.	Congreso de la república
<b>5</b>	Norma técnica colombiana	5689	15/07/2009	Especificación para el diseño, ensayo y utilización de estanterías industriales de acero.	ICONTEC
<b>6</b>	Proyecto de Ley	60	2011	Estatuto de estándares mínimos para la utilización y manejo de equipos y elementos de izaja en Colombia.	Cámara de representante

*Nota.* Elaboración propia.

## 5. Marco metodológico

### 5.1. Enfoque de investigación

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, el cual se lleva a cabo en aquellos casos en los que se necesita de datos estadísticos para poder procesar la información y llegar a conclusiones concretas. El diseño de esta investigación es de tipo descriptivo y exploratorio, el primero plantea que se da mediante la recopilación, análisis y presentación de los datos y el segundo en trabajos que requieran visitas de campo; gracias a este tipo de investigación se podrá saber el por qué y cómo de la investigación.

Namakforoosh (2005) afirma, “La investigación descriptiva es una forma de estudio para saber quién, dónde, cuándo, cómo y por qué del sujeto de estudio. En otras palabras, la información obtenida de un objeto en un estudio descriptivo, explica perfectamente a una organización el consumidor, objetos, conceptos y cuentas.” (p. 91).

Una investigación cuantitativa, por otro lado, es un tipo de investigación que pretende mediante herramientas estadísticas o matemáticas dar respuesta a las interrogantes de investigación y probar hipótesis (Ñaupas, Mejía, Novoa, Villagómez, 2014, pp. 97-98)

Además de ser una investigación de tipo descriptiva, también es exploratoria, sobre este tipo de investigación Namakforoosh (2012) afirma:

El objetivo principal de la investigación exploratoria es captar una perspectiva general del problema. Este tipo de estudios ayuda a dividir un problema muy grande y llegar a unos subproblemas, más precisos hasta en la forma de expresar la hipótesis. Muchas veces se carece de información precisa para desarrollar una buena hipótesis. La investigación exploratoria se puede aplicar para generar el criterio y dar prioridad a algunos problemas. (p. 89)

Respecto al tipo de investigación según su objetivo, esta investigación se encuentra dentro del marco de una investigación aplicada. Lozada (2014), afirma: “La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo”. (p. 47-50). Puesto que la investigación que se busca desarrollar pretende enfocarse en un problema dentro del proceso de la empresa MCT, es posible hacer dicho planteamiento.

## **5.2. Variables de investigación**

### 5.2.1. Variable independiente.

Puesto que se van a evaluar los factores que influyen en los tiempos de operación que está tomando el CEDI para actividades de cargue, descargue y alistamiento de pedidos; lo anterior sugiere que dichos factores son independientes pues cuentan con la capacidad de afectar otras variables o factores dentro de la investigación.

### 5.2.2. Variable dependiente.

Teniendo en cuenta qué se ha determinado como variable independiente aquellos factores que inciden en los tiempos empleados para la realización de las operaciones dentro del CEDI; es correcto afirmar que la variable dependiente en la investigación son los tiempos que puedan verse afectados por la variable independiente en las operaciones de la organización.

## **5.3. Hipótesis de investigación**

La empresa MCT no tiene control sobre las variables que intervienen en la optimización de sus operaciones de cargue y descargue porque no cuentan con tiempos estándar ni un estudio de tiempos y movimientos.

La empresa MCT presenta desperdicio de tiempos al realizar sus operaciones, por lo tanto, la aplicación de herramientas Lean Logistics permitirá dar una optimización actividades que lo requieran.

## **5.4. Tamaño poblacional y muestra**

### 5.4.1. Población.

Dado el carácter de las variables que se evaluarán, el tamaño poblacional corresponderá a la empresa MCT ubicada en el parque logístico de Funza.

### 5.4.2. Muestra.

La muestra estará dada por el centro de distribución (CEDI) de la empresa MCT y las operaciones que se llevan a cabo allí, teniendo en cuenta el registro de los tiempos empleados para realizar las operaciones en un periodo de nueve meses.

## **5.5. Proceso metodológico**

La metodología usada para el proyecto está dada por el tipo de investigación en la que el problema se encuentra enmarcado. Al ser un tipo de investigación cuantitativa de diseño de

investigación descriptivo. Los pasos necesarios para dar solución a la pregunta de investigación serán:

**Seleccionar:** Se debe seleccionar el día en el que se realizará el estudio del proceso, así como la toma de tiempos y la selección de las herramientas de registro.

**Registrar:** Dado que la investigación se encuentra ligada a la recolección de datos en materia de tiempos es de suma importancia establecer un registro de las actividades evaluadas y otros datos relevantes. Este registro se llevará a cabo mediante tablas, histogramas y hojas de cálculo.

**Examinar:** para llevar a cabo la investigación es necesario examinar los procesos, procedimientos o actividades que son llevadas a cabo en el CEDI de la empresa MCT. Este análisis permitirá establecer qué actividades agregan o restan valor al producto y que son potencialmente materia de mejora.

**Medir:** como parte de la investigación se llevará a cabo una medición de las operaciones del CEDI de MCT que han sido seleccionadas previamente. Esta medición proporcionará los datos necesarios para obtener respuesta a las interrogantes planteadas y permitirá esbozar la dimensión del problema.

**Compilar:** desde el mes de diciembre de 2019 la empresa empezó a realizar un estudio de tiempos a las operaciones realizadas en el CEDI, por tanto, es necesario compilar los datos preexistentes y posteriormente compararlos o unificarlos con los datos recaudados a lo largo de la investigación.

**Definir:** en esta parte del proceso es necesario exponer los límites de la investigación, dejar claro aquello que está afectando al proceso negativamente para buscar la forma de intervenirlo y lograr mejoras en este.

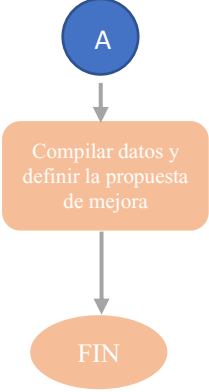
Este estudio se fundamentará en los desperdicios logísticos, teniendo en cuenta la filosofía Lean logistics.



Tabla 4.

*Proceso metodológico*

Variables	Sistematización	Objetivos específicos	Proceso metodológico	Instrumentos para recolección de información
Actividades que aportan valor. Caracterización de un proceso.	¿Cuáles son las actividades que afectan el correcto desarrollo del proceso y aquellas se identifican como vitales en la optimización de las operaciones en el CEDI de la empresa MCT?	Caracterizar el proceso actual del centro de distribución de tal forma que sea posible identificar las actividades que aportan valor a este mediante la elaboración del mapa de la cadena de valor.	<pre> graph TD   A([INICIO]) --&gt; B[Selección del proceso]   B --&gt; C[Elaboración del mapa de la cadena de valor] </pre>	Cadena de Valor  Datos proporcionados por la empresa
Tipos y técnicas de estudio de tiempos. Actividades críticas.	¿Cuál será la técnica de ingeniería de tiempos y movimientos que se ajusta adecuadamente a la empresa MCT?	<p>Establecer las necesidades de la empresa MCT en materia de estudio de tiempos y las técnicas a aplicar</p> <p>Determinar las actividades críticas de las operaciones en el centro de distribución mediante la toma de tiempos.</p>	<pre> graph TD   D[Examinar el mejor tipo de estudio de tiempo para la empresa MCT] --&gt; E{¿Se seleccionó el tipo de estudio?}   E -- No --&gt; D   E --&gt; F[Medir el tiempo del proceso mediante el estudio seleccionado] </pre>	Entrevista con personal.  Documentos proporcionados por la empresa.  Estudio de tiempos.

<p>Desperdicios según la filosofía Lean Logistics.</p> <p>Tiempos estándar.</p>	<p>¿Al generar la propuesta que lleve a una mejora en las operaciones del centro de distribución, se evidencian las falencias que está teniendo la organización en materia de tiempos?</p> <p>¿La filosofía Lean logistic permite generar propuestas de mejora?</p>	<p>Realizar una propuesta de mejora teniendo en cuenta la estandarización de los tiempos y la filosofía Lean Logistic.</p> <p>Implementar las herramientas pertenecientes a la filosofía Lean Logistics que se adecuen a las necesidades de la empresa MCT y que permitan un beneficio en la eliminación de los desperdicios.</p>	 <pre> graph TD     A((A)) --&gt; B[Compilar datos y definir la propuesta de mejora]     B --&gt; C([FIN]) </pre>	<p>Estudio resultados obtenidos.</p> <p>a</p>
---	---	---	---	---

*Nota.* Elaboración propia.

Adicionalmente se realiza la estructura de descomposición del trabajo como un anexo con el fin de complementar el proceso metodológico expuesto en la anterior. Sullivan, Wicks y Luxhoj (2004) afirman acerca de la estructura de descomposición de trabajo: “Ésta es una técnica para definir en forma explícita los elementos de trabajo de un proyecto y sus interrelaciones, con niveles de detalle sucesivos (lo que a veces se llama estructura de elementos de trabajo)”. (p. 314).

Para este punto se referirá la figura 10, correspondiente a las fases que componen la investigación que aquí se enuncia denominada Aplicación de un estudio de tiempos y movimientos en pro de la mejora de las operaciones del centro de distribución en la empresa MCT implementando la filosofía Lean Logistics. La investigación se encuentra compuesta por 5 fases, que serán desarrolladas a lo largo del proyecto.



**Figura 10.** Estructura de desglose de trabajo EDT. Elaboración propia.

### 5.6. Instrumentos y técnicas de recolección de la información

Para llevar a cabo este paso de la investigación es necesario entender todo el proceso realizado por la empresa para la operación de las llegadas, cargue y descargue en el centro de distribución, por lo tanto, un mapa de la cadena de valor de la organización resultaría de utilidad para la recolección de información.

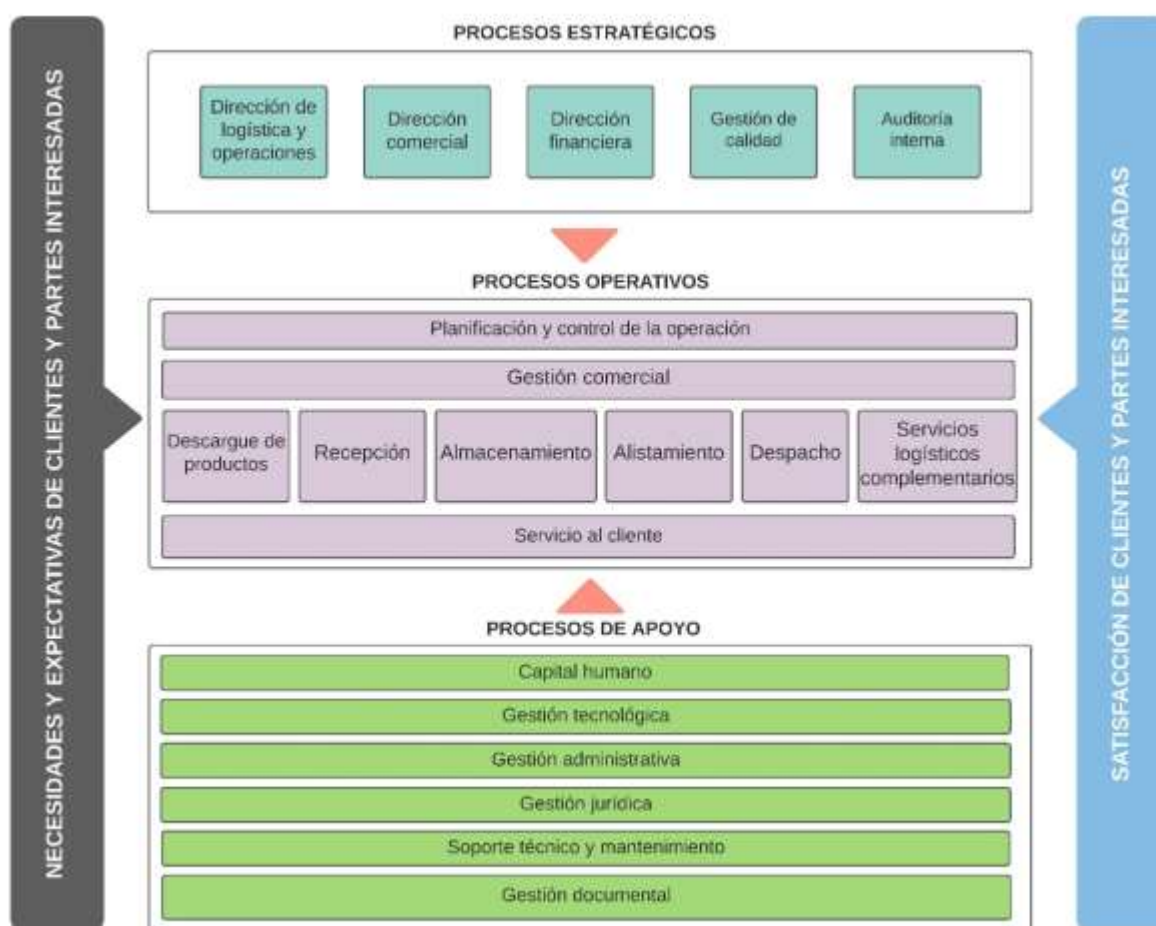
A través de la observación de los procesos también se planea adquirir información que genere aportes a esta investigación, así como entrevistas que nos permitan conocer el punto de vista de los empleados sobre el desarrollo del proceso, además, la información proporcionada por la empresa acerca de los tiempos ya existentes brindará una visión más completa del funcionamiento de la organización.

## 6. Resultados de la investigación

### 6.1. Mapa de procesos

Según Fontalvo y Vergara (2010): “El mapa de procesos, red de procesos o supuestos operacionales es la estructura donde se evidencia la interacción de los procesos que posee una empresa para la prestación de sus servicios” (p. 91). Mediante dicha representación gráfica se puede observar además de lo mencionado, la relación de la empresa con los clientes y se pueden identificar las entradas y salidas del proceso.

El mapa de procesos identifica los procesos llevados a cabo en una empresa dentro de tres grupos siendo estos los procesos estratégicos, operativos y de apoyo. Dada la información suministrada por la empresa se determina que para el caso de MCT S.A.S. los procesos son los consignados en el diagrama a continuación:



**Figura 11.** Mapa de procesos MCT S.A.S. Elaboración propia.

## 6.2. Cadena de valor actual

La cadena de valor resulta en una herramienta útil para la identificación de procesos llevados a cabo en la organización y cuáles de ellos generan valor, por otro lado, proporciona oportunidades de mejora en las actividades realizadas.

La cadena de valor de Michael Porter se encuentra dividida en dos tipos de actividades las cuales son las primarias y las secundarias. Dentro de las actividades primarias se encuentran:

- **Logística interna:** se identifica que las actividades relacionadas con la logística interna para la empresa MCT son la recepción, almacenamiento, descargue y ubicación de mercancías. Puesto que MCT es una empresa de servicios de almacenamiento y transporte y ello se define como su producto, las actividades antes mencionadas resultan de gran valor para la creación del servicio. En consecuencia, al ser el primer eslabón es de suma importancia potenciar dichas actividades.
- **Operaciones:** estas se refieren a las actividades de procesamiento para la creación del producto o servicio final. Para el caso de estudio se identifican que las operaciones realizadas por MCT al ser un operador logístico 4PL son: el transporte y almacenamiento de mercancías, la gestión de inventarios y el picking.
- **Logística externa:** dada la naturaleza del servicio, las actividades de logística externa se refieren a aquellas que se llevan a cabo fuera de la empresa, actividades de gestión que permiten llevar el servicio al destino final de este. Por ello se identifican como actividades de logística externa la gestión de flotas, seguimiento de rutas y el seguimiento de proceso en puerto y plataformas logísticas.
- **Marketing y ventas:** Se refiere a las actividades o procesos de los cuales la empresa hace uso para convencer al cliente de adquirir el servicio, por tal razón el manejo de plagas ofrecido por la empresa con el fin de darle garantía al cliente sobre el estado en el que se encontrarán sus productos hace parte de estrategias de marketing en MCT, adicionalmente, la vinculación de nuevos clientes se realiza través de referidos de los socios comerciales, la empresa no cuenta con canales de publicidad o reconocimiento de marca.
- **Servicio al cliente:** se refiere a aquellas actividades generadas luego de la venta del servicio y que se realizan con el fin de aumentar el valor de este. Se identifica que MCT cuenta con un seguimiento al cliente, es decir se asigna a cada coordinador de inventarios determinado

número de clientes y de surgir una novedad, estos son los encargados de dar respuesta a esta, además de a generación de KPIs que puedan indicar al cliente el comportamiento de la operación.

Adicionalmente dentro de la cadena de valor se deben tener en cuenta las actividades secundarias. Dentro de estas se encuentran:

- Infraestructura de la empresa: debido a que esta actividad de apoyo está compuesta por las actividades que contribuyen al correcto funcionamiento de la empresa a nivel general, se determinó que actividades como la contabilidad, finanzas, administración y planificación y control hacen parte de la clave para que no solo MCT, sino cualquier empresa pueda funcionar adecuadamente.
- Recursos humanos: respecto al capital humano, involucra todas aquellas actividades que lo involucran siendo estas formación y promoción interna, actividades relacionadas con la contratación ya sea transversal o directamente y actividades referentes a la retribución como la asignación de salarios.
- Desarrollo tecnológico: en cuanto a desarrollo tecnológico MCT cuenta con un sistema de gestión de almacenes WMS Lab, además del desarrollo de aplicaciones para conductores en la que registran los movimientos que realizan y una aplicación para clientes en la que estos pueden verificar la gestión o cantidades almacenadas.
- Suministros: por último, se encuentran los suministros o compras realizadas por la empresa necesarios para llevar a cabo sus actividades; entre ellas se encuentran la gestión con compañías aseguradoras, servicios públicos (energía, acueducto), servicios de internet para las áreas administrativas, estibas y demás suministros.

A continuación, se expresa gráficamente la cadena de valor de la empresa MCT.



**Figura 12.** Mapa cadena de valor actual. Elaboración propia.

### 6.3. Diagnóstico

En primera instancia se realizaron visitas al CEDI de la empresa MCT S.A.S. con el fin de hacer un reconocimiento de las instalaciones y la operación llevada a cabo en esta, así como realizar el levantamiento de la información necesaria para la investigación. Sin embargo, dadas las condiciones de la emergencia sanitaria por la pandemia del COVID-19, esta tarea se llevó a cabo mediante correo electrónico y reuniones virtuales en la plataforma Meet de Google. Gracias a la información suministrada por la empresa, en cabeza de la responsable del SGI y a las múltiples reuniones llevadas a cabo con dicha persona se logró desarrollar la serie de diagramas que permitieran identificar la situación actual de la empresa.

En la primera visita realizada a las instalaciones de la empresa con el fin de hacer un diagnóstico inicial se hizo saber que esta no contaba con toma de tiempos en general, resaltando las operaciones de cargue y descargue. Meses después se realizó una segunda visita en la cual se hicieron visibles ciertos cambios con respecto al tema antes mencionado y debido a eso fue posible obtener la información objeto de análisis de este proyecto.

MCT cuenta con variedad de clientes, entre los productos que estos manejan se encuentran alimentos, implementos sanitarios, materias primas y electrodomésticos. Sin embargo, es la

empresa Polar, empresa de alimentos (harina de maíz y alimento para mascotas) la que cuenta con un nivel de ocupación del CEDI de 84%, lo que hace de esta el cliente más significativo, por ello la investigación estará enfocada a este cliente y el análisis de tiempos realizados serán los tomados en las operaciones realizadas entre dicho cliente y la empresa.

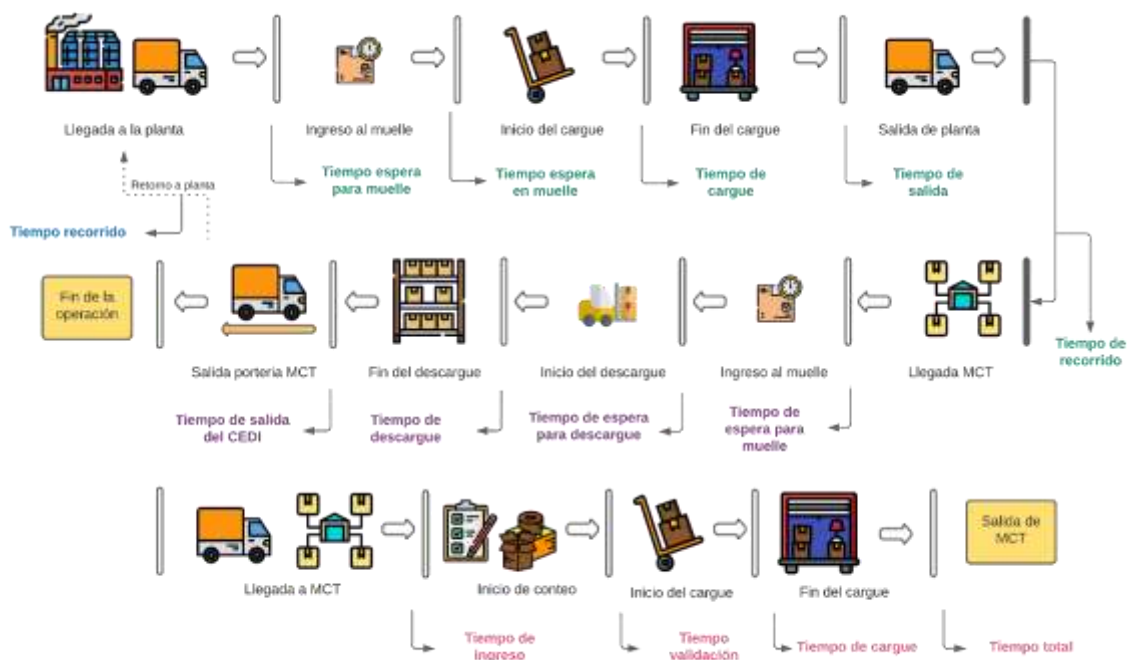
Para Alimentos Polar, la empresa realiza tres operaciones. La operación denominada por el cliente como UGC, operación que se realiza en la noche y que comprende mercancía con destino urbano; esta operación comprende descargue, almacenamiento en el CEDI de MCT y un despacho posterior que se entrega a transportadores asignados por el cliente; es decir, Alimentos Polar. Cabe resaltar que MCT desconoce el por qué el cliente ha asignado dicho nombre para esta operación, pero que teniendo en cuenta la naturaleza de la misma (Cargas a granel con destino urbano), se intuye que es debido a ello.

Una segunda operación denominada nacionales que como su nombre lo indica, es mercancía cuyos destinos se encuentran a nivel nacional y en la que los transportadores también son contratados por Polar. Dichas operaciones además de contar con la característica de que el transporte es elegido y asignado por el cliente, son cargas que llegan a granel y que posteriormente son estibadas en el CEDI.

Por último, se encuentra la operación denominada paletizados. Esta operación comprende recogida de la carga, almacenamiento y despacho posterior; esta operación se realiza en camiones propios los cuales tienen una capacidad de 35 toneladas en producto y se denomina como una tractomula C3S3, como se indica en el nombre el cliente entrega la carga paletizada. Para efectos del estudio de las operaciones se eligió dicha operación y la de UGC.

En el siguiente diagrama se indica de manera gráfica la secuencia de la operación paletizados y UGC. Adicionalmente se evidencian los tiempos que intervienen en la operación y serán el objeto de análisis para el estudio.





**Figura 13.** Diagrama de la operación. Elaboración propia.

Los datos correspondientes a los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre de 2020 los cuales reúnen información de los tiempos de inicio y fin de transporte y operaciones de cargue y descargue tanto en el CEDI como en la planta de Polar, fueron proporcionados por la empresa mediante varios correos electrónicos, una vez recibida toda la información de los meses indicados se procedió a realizar una base de datos que consolidara dicha información con el fin de analizarla y estudiarla como un todo.

Los datos suministrados cuentan con algunos errores de digitación que exigirán ser depurados para llevar a cabo el respectivo análisis, dentro de estos se encuentran celdas sin ningún tipo de información, otras con fórmulas que no tienen sentido y otras con datos que no son coherentes ni guardan concordancia con la información presentada. Mediante fórmulas en la base de datos se logró establecer tiempos de espera, tiempos de cargue, el tiempo que tardaba un camión en planta, tiempo de viaje hasta el CEDI y un tiempo total de la operación. Se denominó registro a las operaciones que fuesen registradas en la base de datos que constan de fecha de realización del viaje, manifiesto dado por MCT, guía asignada por polar, placa del vehículo que realizó la operación y los tiempos antes mencionados.

### 6.3.1. Primer tramo.

La base de datos suministrada fue dividida en dos tramos. El primer tramo, comprende la llegada del camión a la planta de Polar, el ingreso al muelle para cargue, hora de inicio y finalización del cargue y hora de salida a la planta. Para efectos del análisis de los tiempos se agregó una fórmula que permitiría determinar el tiempo que esperó el camión para ingresar al muelle, tiempo de espera en el muelle para el cargue, el tiempo de cargue, tiempo de salida de la planta de Polar y por último un tiempo total en planta que relaciona la suma de los tiempos antes mencionados. Es importante mencionar que los tiempos obtenidos en la base de datos de paletizados no hay volúmenes de carga, pero se sabe que son cargas variables y se conoce la capacidad del camión como ya se mencionó antes. La representación gráfica de la operación del primer tramo se evidencia en la siguiente figura:



**Figura 14.** Diagrama operación tramo 1. Elaboración propia.

Como se indicó anteriormente, la mercancía correspondiente a paletizados es transportada a través de vehículos propios de MCT S.A.S., a continuación, se muestran la cantidad de viajes realizados referentes al tramo 1 de la operación paletizados.

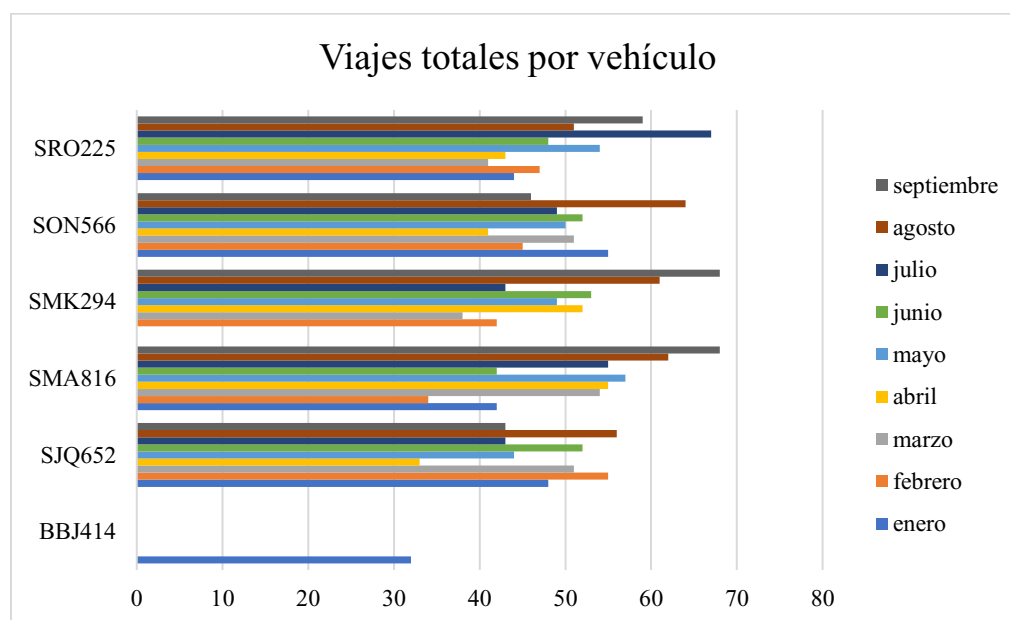
Tabla 5.

*Total viajes por camión.*

Cuenta de viajes Placas	Meses									
	Ene.	Feb.	Mzo.	Abr.	My.	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Total
BBJ414	32									32
SJQ652	48	55	51	33	44	52	43	56	43	425
SMA816	42	34	54	55	57	42	55	62	68	469
SMK294		42	38	52	49	53	43	61	68	406
SON566	55	45	51	41	50	52	49	64	46	453
SRO225	44	47	41	43	54	48	67	51	59	454
<b>Total</b>	<b>221</b>	<b>223</b>	<b>235</b>	<b>224</b>	<b>254</b>	<b>247</b>	<b>257</b>	<b>294</b>	<b>284</b>	<b>2239</b>

Nota: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla, la empresa hace uso de los mismos seis vehículos durante los nueve meses que fueron el objeto de análisis de este estudio. También se observa que uno de los vehículos solo se usó en el mes de enero y otro de ellos no se usó en dicho mes, pero si en el resto, de lo anterior se puede concluir que la empresa siempre debe contar con cinco vehículos disponibles y en caso de que uno falte este se debe suplir con un reemplazo. En la figura denominada viajes por vehículo se puede observar el comportamiento de los datos relacionando la cantidad de viajes por mes para cada uno de los vehículos utilizados por MCT.



**Figura 15.** Gráfico viajes por vehículo. Elaboración propia.

Con el fin de obtener los tiempos de cada operación se realizó la aplicación de fórmulas simples. Para el tiempo de espera para ingreso se realizó una diferencia entre el registro de hora de ingreso a muelle y el registro de hora de llegada a planta como se muestra en la ecuación (1). Para determinar el tiempo que debe esperar un camión en el muelle de la planta para realizar el cargue se realizó la diferencia que puede verse en la ecuación (2), la cual relaciona hora de inicio del cargue y hora de ingreso al muelle. La ecuación (3), correspondiente al tiempo de cargue que se obtiene al restar la hora registrada como inicio del cargue y el registro correspondiente a hora de fin del cargue. El tiempo de salida fue determinado gracias a la ecuación (4) que relaciona la hora registrada como fin del cargue y la hora registrada como hora de salida de la planta.

$$\text{Tiempo Espera ingreso} = \text{Hora ingreso a muelle} - \text{Hora llegada a planta} \quad (1)$$

$$\text{Tiempo Espera en muelle} = \text{Hora inicio cargue} - \text{Hora ingreso a muelle} \quad (2)$$

$$\text{Tiempo de cargue} = \text{Hora fin de cargue} - \text{Hora inicio cargue} \quad (3)$$

$$\text{Tiempo de salida} = \text{Hora salida a planta} - \text{Hora fin de cargue} \quad (4)$$

Por último y como parte del análisis a realizar se estableció una ecuación (5) que permitiría determinar el tiempo total que pasa el camión en planta y que abarca las ecuaciones antes mencionadas.

$$\text{Tiempo Total en planta} = TEI + TEM + TC + TS \quad (5)$$

Siendo *TEI* el tiempo de espera para ingreso, *TEM* el tiempo de espera en el muelle, *TC* el tiempo de cargue y *TS* el tiempo de salida de la planta.

**6.3.1.1. Tiempo estándar tramo uno.** Con el fin de establecer el tiempo estándar de la operación centrada en el primer tramo, se procedió de la siguiente manera:

En primer lugar, se separó la base de datos en distintos tramos con el fin de hacer visibles los tiempos totales por cada uno de estos e ir limpiando la información debido que había filas que presentaban errores e incoherencias. Dichos errores se separaron y registraron como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 6.

*Errores e inconsistencias encontradas tramo uno*

<b>Registros con error en hora de llegada a planta</b>	3
<b>Registros con error en hora de ingreso a muelle</b>	8
<b>Registros con inconsistencias en tiempo de espera para ingreso</b>	383
<b>Extremos en tiempo de espera en el muelle</b>	211
<b>Registros con error en hora inicio de cargue</b>	14
<b>Registros con error en hora fin de cargue</b>	40
<b>Registros con errores o inconsistencias en hora de salida</b>	46
<b>Registro con múltiples errores</b>	5
<b>Registros vacíos</b>	24
<b>Registros sin manifiesto</b>	80
<b>Registros sin guía</b>	10
<b>Total</b>	824

*Nota:* Elaboración propia.

Los registros que corresponden a errores en hora de llegada a planta se refieren a registros en los que la fecha de la operación y la fila no corresponden a la fecha registrada en la hora de llegada como se demuestra en la siguiente figura.

FECHA	HORA DE LLEGADA A PLANTA	HORA INGRESO A MUELLE
2020-04-15	2020-04-04 12:25:14	2020-04-15 14:23:52

**Figura 16.** Registro con error en hora de llegada a planta. Elaboración propia.

El error tipificado como registros con error en hora de ingreso se refiere a datos en los que la hora de ingreso al muelle es una hora anterior a la indicada en la hora de llegada a planta. El registro indica que el camión llega a la planta a las 07:07:25 a.m. sin embargo en la hora de ingreso a muelle se indica que fue a las 06:47:51 a.m. es decir, una hora hacia el pasado.

HORA DE LLEGADA A PLANTA	HORA INGRESO A MUELLE
07:07:25	06:47:51

**Figura 17.** Registros con error en hora de ingreso. Elaboración propia.

En cuanto a las inconsistencias encontradas en tiempo de espera para ingreso, esto se refiere a resultados dados por la ecuación (1) y que fueron depurados al ser mínimos y estar muy por debajo del promedio y resultar poco representativos para el estudio.

HORA DE LLEGADA A PLANTA	HORA INGRESO A MUELLE	TIEMPO ESPERA PARA INGRESO
4:00:41	4:01:11	00:00:30
18:20:02	18:20:26	00:00:24
6:51:58	6:52:20	00:00:22
6:08:37	6:08:43	00:00:06

**Figura 18.** Registros con inconsistencias en tiempo espera para ingreso. Elaboración propia.

De acuerdo a lo anterior los tiempos de espera en el muelle que fuesen mínimos o estuvieran muy por encima del promedio se consideraron como datos atípicos y fueron depurados puesto que podrían interferir en la determinación del tiempo estándar.

HORA DE LLEGADA A PLANTA	HORA INGRESO A MUELLE	HORA INICIO CARGUE	tiempo de espera en el muelle para el cargue
10:15:02	12:06:52	2020-01-07 12:06:52	00:00:00
21:50:01	21:56:58	2020-03-09 21:57:05	00:00:07
11:30:10	11:50:14	2020-01-14 16:05:15	04:15:01
04:01:30	04:06:14	2020-01-02 08:30:15	04:24:01

**Figura 19.** Extremos en tiempos de espera en el muelle. Elaboración propia.

Para los errores denominados como registros con error en hora inicio de cargue se observaron deficiencias en la calidad de la información siendo estas, horas de inicio de cargue que corresponden a momentos antes de la hora de ingreso a muelle o bien días antes de este como se observa a continuación.

FECHA	HORA INGRESO A MUELLE	HORA INICIO CARGUE
2020-01-20	2020-01-20 07:15:10	2020-01-20 07:10:25
2020-03-19	2020-03-19 10:10:17	2020-01-08 10:11:44

**Figura 20.** Registros con error en hora inicio cargue. Elaboración propia.

Respecto a los registros denominados como errores referentes a la hora de fin de cargue se encuentran inconsistencias siendo estas, una fecha errónea en el registro analizado o una hora referente al pasado como se observó en la figura referente a los registros con errores en hora de ingreso.

FECHA	HORA INICIO CARGUE	HORA FIN CARGUE
2020-01-17	2020-01-17 07:32:56	2020-01-01 08:25:47
2020-01-27	2020-01-27 16:59:45	2020-01-27 16:50:31

**Figura 21.** Registros con error en hora fin cargue. Elaboración propia.

Se denominaron como registros con inconsistencias en hora de salida a los registros que presentan errores en el cálculo correspondiente a la ecuación (4) o que, por el fueron depurados al ser datos mínimos y poco relevantes para el estudio.

HORA FIN CARGUE	HORA SALIDA DE PLANTA	TIEMPO DE SALIDA
2020-01-02 20:48:09	2020-01-02 20:48:09	00:00:00
2020-01-07 10:34:00	2020-01-07 10:05:35	#####
2020-01-13 00:53:57	2020-01-13 00:16:41	#####
2020-01-23 06:58:50	2020-01-23 06:59:03	00:00:13

**Figura 22.** Registros con errores o inconsistencias en hora de salida. Elaboración propia.

La tabla 6 además detalla registros con múltiples errores; es decir, registros en los que se pudieron hallar los errores en hora de llegada a planta, hora de ingreso al muelle, inicio de cargue, hora fin de cargue, hora de salida a planta u hora de salida. Los registros pudieron presentar tres o los seis errores ya citados y por ello fueron depurados. Por otro lado, se depuran los registros que no cuentan con guía, manifiesto, o registros vacíos que solo indican fecha.

Los errores mencionados se excluyeron de la base de datos debido a que se determinó que dichos errores no se debían a la naturaleza del proceso sino a errores de digitación, errores de cronometraje o extremos del proceso. Un ejemplo de los extremos se da cuando al revisar el tiempo promedio de las operaciones hay datos muy por encima o muy por debajo de este o datos totalmente incoherentes.

Se desarrolló un indicador que permitiera determinar el porcentaje de confiabilidad de la base de datos suministrada por la empresa y se realiza de la siguiente forma:

$$\% \text{ de confiabilidad} = \frac{\text{Número de datos consistentes}}{\text{Número de datos iniciales}} * 100 \quad (6)$$

Siendo *Número de datos consistentes* el número de datos resultantes luego de la depuración y *Número de datos iniciales* el número de datos totales antes de la depuración.

La totalidad de los datos obtenidos del mes de enero al mes de septiembre de 2020 fue de 3063 de los cuales solo el 73,09% que equivale a 2239 datos se determinó como confiable y útil para el cálculo del tiempo estándar.

El tiempo estándar es el tiempo requerido para realizar una operación en condiciones normales, el primer paso para determinarlo es con un promedio que se realiza de la siguiente forma (Salazar, 2019):

$$\text{Tiempo promedio} = \frac{\sum Xi}{Tc} \quad (7)$$

En la fórmula siete (7) se expresa que la sumatoria de los tiempos ( $Xi$ ) sobre la cantidad de tiempos contemplados ( $Tc$  que en este caso son la cantidad de tiempos considerados como consistentes) es la forma de calcular los tiempos promedio.

Para el primer tramo se ha realizado el cálculo de cinco tiempos promedio entre los cuales está el tiempo de espera para ingreso, el tiempo de espera en el muelle para el cargue, el tiempo de cargue, el tiempo de salida y el promedio del tiempo total en planta de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7.

*Tiempos promedio en operaciones del tramo uno.*

<b>Tiempo espera para ingreso</b>	<b>Tiempo de espera en el muelle para el cargue</b>	<b>Tiempo de cargue</b>	<b>Tiempo de salida</b>	<b>Tiempo total en planta</b>
00:43:27	00:14:39	00:49:31	00:17:53	02:05:30

*Nota:* Elaboración propia.



Después de haber determinado los valores promedio de los tiempos observados en cada operación se procede a realizar el cálculo de los tiempos normales de la siguiente forma (Salazar, 2019):

$$T_n = \text{Tiempo promedio} * \frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor estándar}} \quad (8)$$

Siendo  $T_n$  tiempo normal,  $\text{Tiempo promedio}$  el valor calculado mediante la ecuación (7),  $\text{Valor atribuido}$  el ritmo de trabajo o factor de ritmo de trabajo y  $\text{Valor estándar}$  el ritmo de trabajo estándar.

$$T_n = \frac{\sum \text{Valores atribuidos}}{\text{Valor estándar} * \text{cantidad de datos}} \quad (9)$$

Donde  $T_n$  es el tiempo normal,  $\sum \text{Valores atribuidos}$  es la sumatoria de los valores atribuidos (factor de ritmo de trabajo),  $\text{Valor estándar}$  es el ritmo de trabajo estándar o 100% y  $\text{cantidad de datos}$  es la cantidad de datos consistentes.

La operación se puede realizar por cada uno de los datos o a través de los promedios de estos. Con el fin de verificar la veracidad de los cálculos obtenidos se hizo uso de ambas fórmulas.

El valor atribuido se entiende como el ritmo al cual se está llevando a cabo la operación y para obtener este valor se realizó una regla de tres inversa relacionando cada dato con el valor estándar como se observa en la siguiente fórmula:

$$\text{Valor atribuido} = \frac{\text{Valor estándar} * 100\%}{\text{Dato observado}} \quad (10)$$

Donde  $\text{Valor atribuido}$  es el factor de ritmo de trabajo,  $\text{Valor estándar}$  es el valor determinado como el factor de ritmo de trabajo estándar o 100% y  $\text{Dato observado}$  es el tiempo o registro observado a determinar valor atribuido.

Para hacer uso de la fórmula (9) en caso de estar realizando el tiempo estándar con los promedios, se debe calcular el valor atribuido de cada dato observado y realizar la aplicación de la fórmula ya mencionada.

El valor estándar es el ritmo con el cual se espera que se realice la operación. Para la realización de este trabajo se determinaron los siguientes valores como los estándares (100%):

Tabla 8.

*Valores estándar tramo uno.*

<b>Valor estándar</b>			
<b>Cargue</b>	<b>Espera ingreso</b>	<b>Espera muelle</b>	<b>Salida</b>
00:45:00	00:13:00	00:05:00	00:08:00

*Nota:* Elaboración propia.

En valor estándar de tiempo de cargue se determinó como 45 minutos debido a que en MCT los conductores hacen uso de una aplicación para registrar los tiempos para cada operación y recorrido, es decir, en el momento en que entran a la empresa o a la planta de alimentos polar oprimen un botón el cual genera una hora, posteriormente, en el momento en el que les asignan muelle vuelven a hacer el registro de la operación y así sucesivamente a medida que se avanza. A raíz de los tiempos observados decidieron hacer un promedio con el fin de darle al cliente el tiempo que se tardaría en realizar las operaciones y en el caso de tiempo de cargue este resultó ser de 45 minutos.

El valor de espera para ingreso, espera para muelle y tiempo de salida se asignó como 13 minutos, 5 minutos y 8 minutos respectivamente, teniendo en cuenta que estos tiempo resultaron ser muy variables se tomó la decisión de realizar entrevistas a uno de los conductores encargados de transportar en esta ruta y a un encargado en el centro de distribución de MCT y se llegó a la conclusión de que el tiempo esperado era muy distante del promedio, puesto que estas operaciones deberían ser rápidas y coordinadas ya que se acuerda con anterioridad cada uno de los viajes.

Una vez que se realizan los pasos mencionados hasta el momento se debe determinar el valor de suplemento para cada una de las operaciones. Teniendo en cuenta que las condiciones sanitarias actuales generadas por la pandemia del covid-19 no permitieron realizar visitas de campo que brindaran información detallada sobre los movimientos realizados en las operaciones implicadas en cada uno de los tramos, se decidió determinar el valor de los suplementos según estándares tales como el valor de los suplementos constantes que incluyen necesidades personales y fatiga y otro tipo de suplementos variables como uso de fuerza o ruido. Los suplementos quedaron asignados de la siguiente forma:

Tabla 9.

*Suplementos operaciones tramo uno.*

<b>Suplementos</b>			
<b>Cargue</b>	<b>Espera ingreso</b>	<b>Espera muelle</b>	<b>Salida</b>
10%	5%	5%	5%

*Nota:* Elaboración propia.

Cuando ya se conoce el valor de los suplementos asignados a cada operación se debe proceder a calcular el tiempo concedido para cada elemento que a su vez es el tiempo estándar de cada operación de la siguiente forma (Salazar, 2019):

$$T = Tn * (1 + suplemento) \quad (11)$$

Donde  $T$  hace referencia al tiempo estándar,  $Tn$  al tiempo normal antes mencionado y el *suplemento* al valor extra concedido en la operación.

Como resultados de la aplicación de los pasos ya descritos se obtuvo la información concentrada en la siguiente tabla teniendo en cuenta un total de 2239 datos:

Tabla 10.

*Tiempos estándar tramo uno.*

	<b>Promedio</b>	<b>Valor estándar</b>	<b>Suma valores atribuidos</b>	<b>Tn</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Tt</b>
<b>Espera ingreso</b>	00:43:27	00:13:00	341582	01:06:18	0,05	01:09:37
<b>Espera muelle</b>	00:14:39	00:05:00	438215	00:28:40	0,05	00:30:06
<b>Cargue</b>	00:49:31	00:45:00	221537	00:49:00	0,10	00:53:54
<b>Tiempo salida</b>	00:17:53	00:08:00	215152	00:17:11	0,05	00:18:02
<b>Tiempo estándar</b>						02:51:38

*Nota:* Elaboración propia.

Al observar la información contenida en la tabla se puede realizar la comparación de los datos promedio con los datos estándares (Tt) notando que el promedio está por debajo del estándar y aunque eso parece ser lo ideal es necesario realizar una revisión más exhaustiva con cada uno de los datos con el fin de determinar qué porcentaje de estos se encuentra por encima de lo que se ha determinado como el tiempo estándar.

Tabla 11.

*Datos por encima del estándar tramo 1.*

	<b>Cargue</b>	<b>Espera ingreso</b>	<b>Espera muelle</b>	<b>Salida</b>	<b>Tiempo total en planta</b>
<b>Tiempo estándar</b>	00:53:54	01:09:37	00:30:06	00:18:02	02:51:38
<b>Número de datos mayores al estándar</b>	565	571	352	414	587
<b>% de datos mayores al estándar</b>	25,23%	25,50%	15,72%	18,49%	26,22%

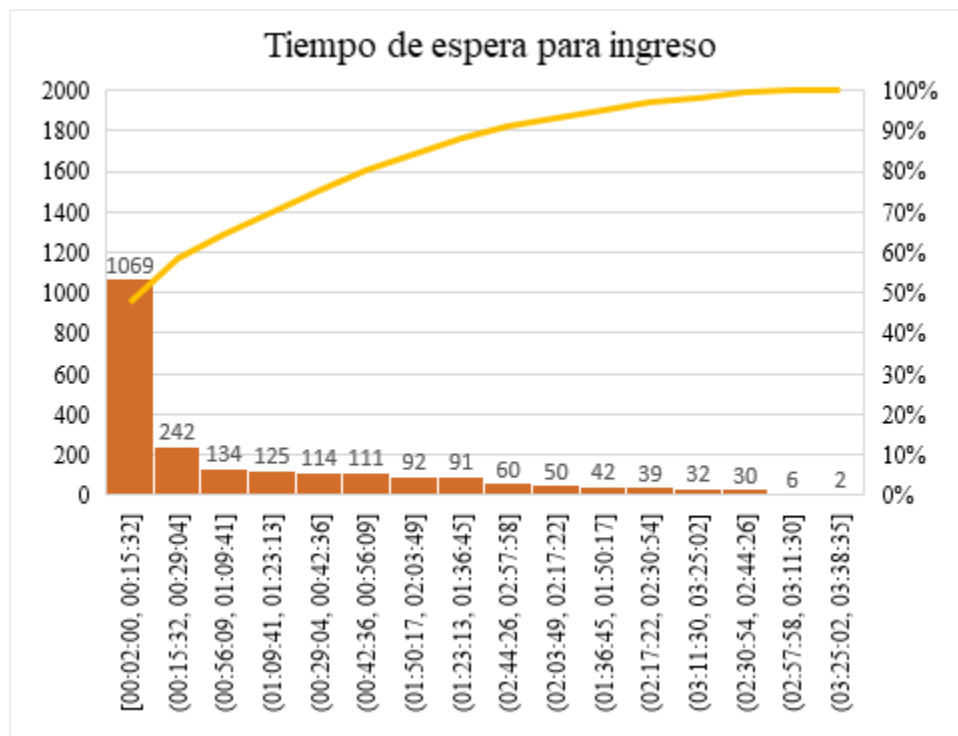
*Nota:* Elaboración propia.

La tabla anterior proporciona información acerca de los datos que están por encima del tiempo estándar calculado. La métrica en la que se encontró un mayor porcentaje de datos por encima del tiempo estándar calculado resulta ser el tiempo total en planta con un 26,22%; este porcentaje puede verse explicado al ser una sumatoria de los tiempos de las operaciones que componen el tramo uno.

Siendo el tiempo estándar de cargue 53 minutos 54 segundos, se observa que 25,23% de los datos consistentes resultantes de la depuración se encuentran por encima de este tiempo estándar; si bien se depuraron aquellos datos que resultaban inconsistentes, este porcentaje se debe a la alta variabilidad de sucesos al momento del cargue. Se pueden presentar demoras en el cargue puesto que ninguna carga está exenta de sufrir daños y tener que ser repaletizada para conservar la integridad de la misma, el conteo de esta puede tardar, inconvenientes internos de la planta del cliente que afectan el rendimiento del cargue como pueden ser el número de montacarguistas disponibles, entre otros.

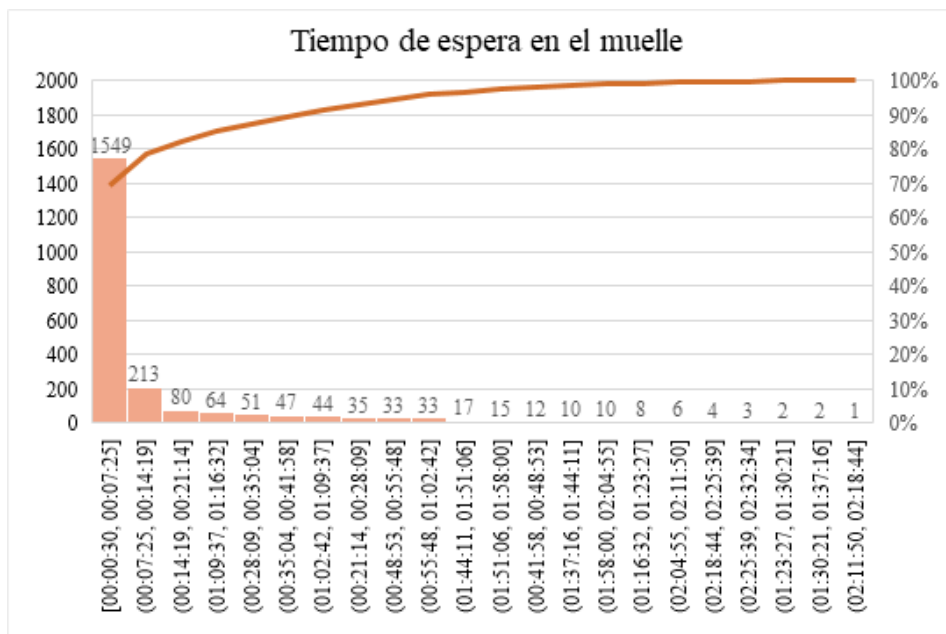
Por otro lado, se encuentra que 25,50% de los datos consistentes usados para calcular el tiempo de espera para ingreso a muelle están por encima del tiempo estándar calculado. Como resultado de las entrevistas antes realizadas a un encargado del CEDI y un conductor de la operación paletizados, ambos coinciden en que dichas variabilidades proceden netamente de la actividad llevada a cabo en la planta. Al arribar el camión a esta puede ser que no tengan listo el producto a ser transportado, el muelle para realizar la operación se encuentre ocupado y el conductor deba esperar a que se le de ingreso o la entrada no se encuentre libre para el ingreso del vehículo. Las operaciones restantes se estima que presentan variaciones dada la naturaleza del proceso.

Con el fin de realizar una observación grafica del comportamiento de los datos observados ya depurados se procedió a realizar un histograma para cada una de las operaciones que componen el tramo uno, obteniendo las figuras que se presentan a continuación.



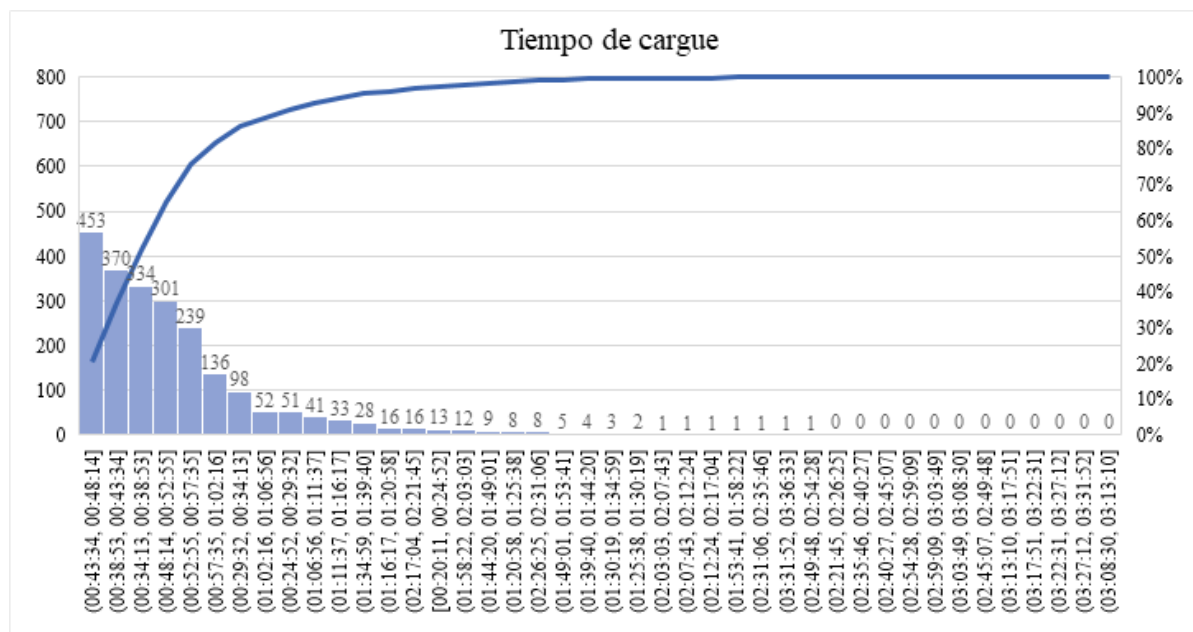
**Figura 23.** Histograma comportamiento tiempo de espera para ingreso. Elaboración propia.

En el histograma correspondiente al tiempo de espera para ingreso se evidencia que aproximadamente el 50% (1069) de los datos se encuentran concentrados en los tiempos entre dos minutos a 15 minutos y 32 segundos, datos que pueden ser considerados como óptimos y adecuados para esta operación; del 50% hasta el 90% de los datos se pueden considerar como aceptables, pues se realiza una comparación con el tiempo estándar y se determina que son datos no muy alejados de este. Hay aproximadamente un 10% de los datos que se encuentra en el extremo superior y que podrían determinarse como datos atípicos que representan desperdicios en la operación a raíz de los cuales se puede llegar a propuestas de mejoras con un análisis previo.



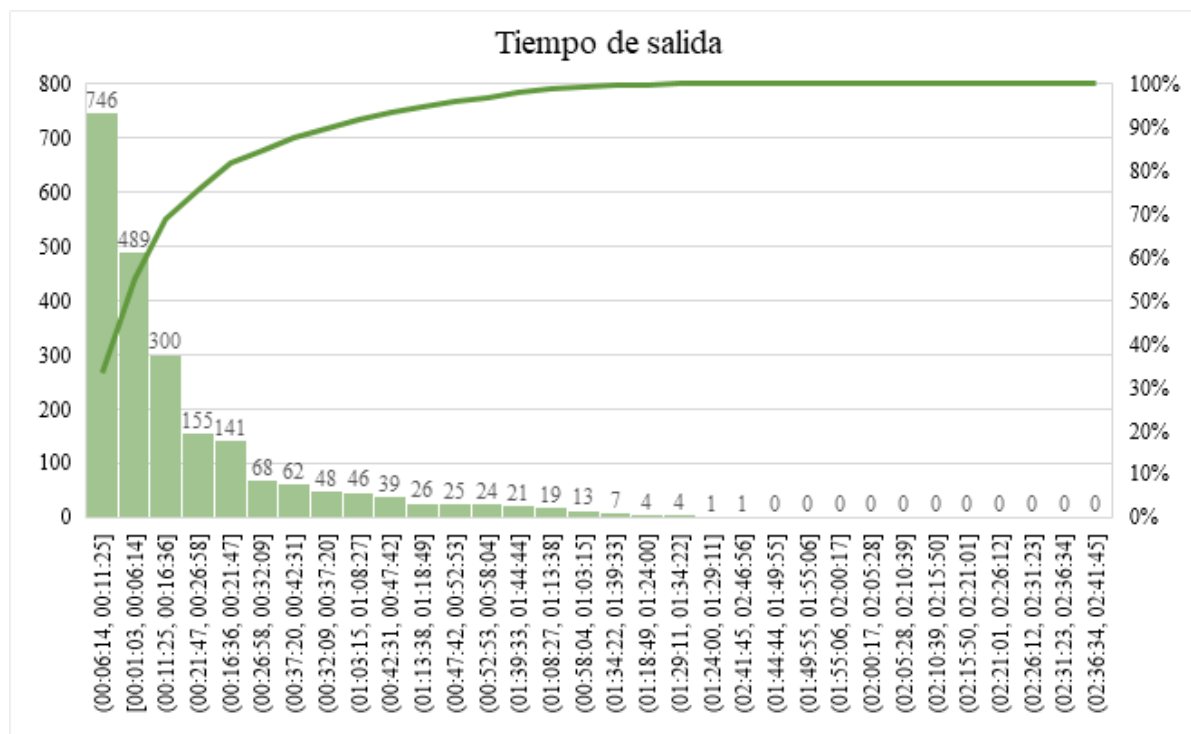
**Figura 24.** Histograma comportamiento tiempo de espera en el muelle. Elaboración propia.

Del histograma expuesto se puede concluir que 80% de los datos consistentes se encuentran condensados en los intervalos de 30 segundos a 14 minutos 19 segundos. Si bien esta información indica que se encuentran por debajo del tiempo estándar se observa que existen intervalos correspondientes al 20% que se encuentran por encima del estándar alcanzando incluso el tiempo de dos horas. El tamaño porcentual de dichos tiempos resulta representativo al analizarse desde el punto de vista en el que dichas demoras en la espera del muelle agregan un tiempo extra a la operación final.



**Figura 25.** Histograma comportamiento tiempo de carga. Elaboración propia.

El histograma que muestra gráficamente el comportamiento o frecuencia de los tiempos consistentes del tiempo de carga indica que de los registros resultantes de la depuración 80% se encuentran entre los intervalos de 43 minutos 34 segundos a 48 minutos 14 segundos, 38 minutos 53 segundos a 43 minutos 34 segundos, 34 minutos 13 segundos a 38 minutos 53 segundos, 48 minutos 14 segundos a 52 minutos 55 segundos y por último el intervalo de 52 minutos 55 segundos a 57 minutos 35 segundos, siendo estos 1697 registros de operación. Los registros mencionados se encuentran organizados según la frecuencia o cantidad de datos condensados en el intervalo. En contraposición se encuentra el 20% de los datos que, de ser reducidos, es decir, de conservarse un estándar en la operación podría representar una mejoría en la operación.



**Figura 26.** Histograma comportamiento tiempo de salida. Elaboración propia.

En el histograma titulado como tiempo de salida se puede observar que el 40% de los datos se encuentran concentrados a la izquierda del histograma entre los intervalos de tiempo de seis minutos 14 segundos a once minutos 25 segundos. En la observación del comportamiento de esta información se concluye que aproximadamente el 10% del total de datos se encuentran alejados del tiempo estándar que se estableció previamente y el cual equivale a 18 minutos y dos segundos, dejando ver que, aunque son pocos agregan tiempos fuera del estándar a la operación y conllevan a tiempos totales en planta extremos.

### 6.3.2. Segundo tramo.

Como se manifestó anteriormente, la base de datos suministrada fue dividida en dos tramos. El segundo tramo, comprende la hora de salida de planta, la hora de llegada al CEDI de MCT, la hora de ingreso a muelle para el descargue, la hora de inicio del descargue, la hora de fin del descargue, la hora de salida de portería MCT y una hora de retorno a la planta de Alimentos Polar. Cabe resaltar que, según la base de datos suministrada, el camión no siempre retorna a la planta de Alimentos Polar luego de salir de MCT, en consecuencia, algunas operaciones terminan cuando el camión sale de la portería y para otras cuando retorna a la planta del cliente antes mencionado.



Para el análisis de este tramo se fijan ecuaciones que permitirán calcular el tiempo que espera el camión para ingresar a un muelle y descargar, tiempo de espera en el muelle para el descargue, tiempo empleado para realizar el descargue, tiempo de salida del CEDI y por último una ecuación que proporcionará el tiempo de recorrido empleado para realizar el viaje de CEDI a planta de Alimentos Polar en los casos en que se realiza este retorno como ya se mencionó.

Para obtener el tiempo de recorrido entre la planta del cliente y el CEDI de MCT se usó una diferencia entre la hora registrada como la hora de llegada a descargue y la hora registrada como salida de planta que proporcionaría el intervalo de tiempo sucedido entre dichas horas como se muestra en la ecuación (11). La ecuación (12) proporciona el tiempo de espera para ingreso a muelle, es decir, el tiempo entre la llegada del camión a la portería de MCT y el tiempo en que este es asignado a un muelle, para ello se realiza una diferencia entre la hora registrada como ingreso a muelle y la hora que registra como llegada a descargue. El tiempo de espera en el muelle para el descargue se obtiene al seguir la ecuación (13) que relaciona la hora de inicio de descargue e ingreso a muelle; la ecuación (14) referente a el tiempo empleado para realizar el descargue, para ello, se realiza una diferencia entre la hora de inicio de descargue y la hora de ingreso a muelle. Por último, se encuentra la ecuación (15) mediante la que se obtiene

$$\textit{Tiempo de recorrido} = \textit{Hora llegada a descargue} - \textit{hora salida de planta} \quad (11)$$

$$\textit{Tiempo de espera para ingreso} = \textit{ingreso a muelle} - \textit{llegada a descargue} \quad (12)$$

$$\textit{Tiempo espera en muelle para descargue} = \textit{Inicio descargue} - \textit{ingreso a muelle} \quad (13)$$

$$\textit{Tiempo de descargue} = \textit{inicio de descargue} - \textit{fin de descargue} \quad (14)$$

$$\textit{Tiempo de salida} = \textit{fin de descargue} - \textit{hora salida portería MCT} \quad (15)$$

Teniendo en cuenta que al finalizar este tramo es posible dar por finalizada la operación o que el vehículo retorne a planta, se decidió establecer una formulación en la base de datos a través de una prueba lógica que permitiera determinar si el vehículo realizó retorno o no de la siguiente forma: si el valor del retorno a la planta de alimentos polar era mayor a cero realizara la operación diferencia entre el retorno a polar y la salida de la portería de MCT, de lo contrario arrojara un texto indicando que el vehículo no retornó.

A través del diagrama expuesto a continuación se puede entender como es el funcionamiento de las operaciones en el segundo tramo.



**Figura 27.** Diagrama operación Tramo 2. Elaboración propia.

**6.3.2.1. Tiempos estándar tramo dos.** El procedimiento llevado a cabo para obtener el tiempo estándar en el tramo dos se realizó de la misma manera que con el tramo uno. En primer lugar, se depuró la base compuesta inicialmente por 3063 datos y se detectaron los errores condensados en la siguiente tabla.

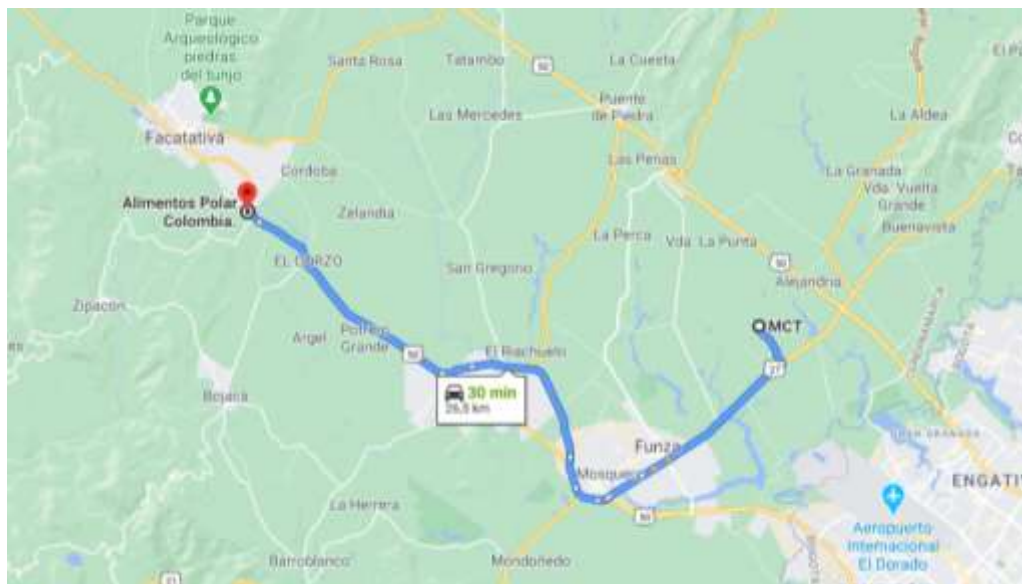
Tabla 12

*Errores e inconsistencias encontradas tramo dos*

<b>Registros con error en salida de planta</b>	2
<b>Registros con error en llegada a descargue</b>	9
<b>Extremos en tiempo de espera para ingreso</b>	36
<b>Registros con error en hora de ingreso a muelle</b>	25
<b>Extremos en tiempo de espera en muelle</b>	137
<b>Registros con error en hora inicio descargue</b>	6
<b>Registros con error en hora fin del descargue</b>	7
<b>Registros con inconsistencias en tiempo de recorrido</b>	36
<b>Registros con errores múltiples</b>	11
<b>Registros con inconsistencias en tiempo de descargue</b>	15
<b>Extremos en tiempo de salida MCT – retorno a planta</b>	173
<b>Registros con error en tiempo de recorrido retorno a planta</b>	36
<b>Registros vacíos</b>	28
<b>Registros sin manifiesto</b>	76
<b>Registros sin guía</b>	11
<b>Total</b>	<b>608</b>

*Nota:* Elaboración propia.

Se concluye que los errores guardan relación con los encontrados en el tramo uno. Sin embargo, se encuentra una nueva tipificación correspondiente a registros con inconsistencias en tiempo de recorrido que corresponden a registros con tiempos de recorrido que están por encima del tiempo óptimo observado en plataformas de mapas y recorridos como son Google Maps. La plataforma indicó que el tiempo de recorrido entre la planta de Alimentos polar y el CEDI de MCT es de aproximadamente 30 minutos.



**Figura 28.** Recorrido planta — CEDI. Elaboración propia.

Por lo anterior, fue necesario depurar aquellos datos que estaban muy por encima del valor estándar o muy por debajo al ser considerados como datos atípicos o inconsistencias.

FECHA	SALIDA DE PLANTA	TIEMPO DE RECORRIDO
2020-09-17	14:35:17	00:00:00
2020-07-21	12:56:25	00:00:05
2020-07-27	09:05:31	00:00:08
2020-07-31	09:05:31	00:00:08
2020-02-25	16:15:07	14:34:19

**Figura 29.** Registros con inconsistencias en tiempo de recorrido. Elaboración propia.

Dado el número de errores e inconsistencias encontrados en la base de datos y mediante el indicador de porcentaje de confiabilidad de los datos se obtiene que esta cuenta con un 80,15% de confiabilidad puesto que luego de la depuración el número de datos consistentes son 2455.

Posteriormente, mediante la ecuación (7) se calcularon los tiempos promedio de las operaciones que componen el tramo dos siendo estas, tiempo de recorrido (tiempo entre la planta del cliente y el CEDI de MCT), tiempo de espera para ingreso, tiempo de espera en el muelle para el descargue, tiempo de descargue, tiempo de salida y por último un tiempo de recorrido entre el CEDI y el cliente como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 13.

*Tiempos promedio en operaciones del tramo dos.*

<b>Tiempo de recorrido</b>	<b>Tiempo espera para ingreso</b>	<b>Tiempo de espera en el muelle para el descargue</b>	<b>Tiempo de descargue</b>	<b>Tiempo de salida</b>
00:48:48	00:06:31	00:03:45	00:46:52	00:06:03

*Nota:* Elaboración propia.

Los valores estándar, tiempos que se consideran como los óptimos para realizar las operaciones antes mencionadas (100%) se encuentran contenidas en la tabla contigua.

Tabla 14.

*Valores estándar tramo dos.*

<b>Valor estándar</b>				
<b>Recorrido</b>	<b>Espera ingreso</b>	<b>Espera muelle</b>	<b>Descargue</b>	<b>Tiempo salida</b>
00:35:00	00:05:00	00:05:00	00:45:00	00:08:00

*Nota:* Elaboración propia.

Como se menciona anteriormente el tiempo de recorrido arrojado por la aplicación Google Maps es de 30 minutos; sin embargo, se estableció un tiempo de recorrido de 35 min para la realización de este estudio. Como se hizo mención anteriormente, el tiempo que fija la empresa como el tiempo óptimo del descargue es de 45 minutos según el promedio de los tiempos proporcionados por la aplicación que registra dicha información.

El tiempo óptimo para espera de ingreso, espera en muelle y tiempo de salida se fijan como los mismos valores del tramo uno para que estos guarden relación y según las respuestas

proporcionadas en la entrevista realizada a un conductor de los vehículos usados en la operación paletizados y la entrevista realizada a un encargado del CEDI de MCT.

Con el fin de calcular los tiempos normales de las operaciones que componen el tramo dos se procede a determinar los valores atribuidos mediante el uso de la ecuación (10) que relaciona el tiempo observado y el tiempo óptimo (valor estándar). Así pues, se hace uso de las ecuaciones (8) para determinar el tiempo normal de cada lectura y la ecuación (9) para determinar tiempo normal de cada operación.

Como se explicó anteriormente dadas las condiciones de la emergencia sanitaria por la pandemia del Covid-19 y que dificultó las visitas de campo que permitirían fijar con mayor detalle los tiempos suplementarios, tiempos concedidos al trabajador que compensarían retrasos en las operaciones y que se fijaron según estándares y estimaciones internacionales acerca de fatiga, necesidades básicas, entre otras; resultando en la tabla a continuación.

Tabla 15.

*Suplementos operaciones tramo dos.*

<b>Suplementos</b>				
<b>Descargue</b>	<b>Espera ingreso</b>	<b>Espera en el muelle para descargue</b>	<b>Salida</b>	<b>Recorrido</b>
10%	5%	5%	5%	10%

*Nota:* Elaboración propia.

Para realizar la asignación de los suplementos a cada una de las operaciones implicadas en el tramo dos se mantuvieron los mismos lineamientos que en el tramo uno. Se tuvieron en cuenta las necesidades personales y fatiga para todas las operaciones, agregando mayor valor al descargue y el recorrido debido a que en la primera se pueden presentar excesos de fuerza y otras molestias y en la segunda se realizó adición al suplemento teniendo en cuenta los problemas que se pueden presentar en la vía.

Tabla 16.

*Tiempos estándar tramos dos.*

	<b>Promedio</b>	<b>Valor estándar</b>	<b><math>\Sigma</math> valores atribuidos</b>	<b>Tn</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Tt</b>
<b>Recorrido</b>	00:48:46	0:35:00	110690	00:36:07	10%	00:39:47

<b>Espera ingreso</b>	00:06:27	0:05:00	170388	00:07:21	5%	00:07:41
<b>Espera muelle</b>	00:03:49	0:05:00	371317	00:09:28	5%	00:09:54
<b>Descargue</b>	00:46:25	0:45:00	150828	00:46:50	10%	00:51:25
<b>Tiempo salida</b>	00:06:12	0:08:00	270935	00:11:14	5%	00:11:36
<b>Tiempo estándar</b>						02:00:23

*Nota:* Elaboración propia.

Una vez que se han realizado los cálculos correspondientes y descritos a lo largo de este documento, se obtiene el cálculo de los tiempos estándar para el segundo tramo lo cuales están contenidos en la tabla 16 y de la cual se puede concluir que en este caso los tiempos promedio se encuentran próximos a los tiempos estándar de cada operación, manteniéndose ligeramente por debajo de estos, cabe resaltar que la suma de los tiempos promedio arroja como tiempo total de operación en planta 01:51:59 lo que nos permite observar que está diez minutos por debajo del tiempo estándar total obtenido, pero para conocer a detalle el número de datos que se encuentran por encima de cada tiempo estándar de operación se realizó la siguiente tabla:

Tabla 17.

*Datos por encima del estándar tramo dos.*

	<b>Recorrido</b>	<b>Espera ingreso</b>	<b>Espera muelle</b>	<b>Descargue</b>	<b>Tiempo salida</b>	<b>Tiempo total en planta</b>
<b>Tiempo estándar</b>	00:39:47	00:07:41	00:09:54	00:51:25	00:11:36	02:00:23
<b>Datos mayores al estándar</b>	2090	312	145	727	137	543
<b>% datos mayores al estándar</b>	85%	13%	6%	30%	6%	22%

*Nota:* Elaboración propia.

Al realizar el análisis de la información contenida en la tabla se puede identificar que el indicador de los datos mayores al estándar es elevado y representativo, lo que quiere decir que no se cumplió con el estándar en el 85% de los recorridos realizados, la razón para que este indicador sea tan elevado en la gran mayoría de los recorridos llevados a cabo se debe a la variabilidad de la vía por la que se transita, así como el tráfico puede ser ideal, también puede ser caótico y generar grandes demoras, se pueden presentar accidentes en la vía que obstruyen el paso o alto flujo vehicular. En segundo lugar, se encuentra el descargue seguido del tiempo total en planta y aunque

el indicador en este caso no resultó tan elevado es necesario comprender las razones por las cuales se presenta el 30% y 22% respectivamente. Las razones para que el 30% de los datos registrados en descargue se encuentre en el valor ya mencionado se debe a que el conteo de la carga puede tardar o a que se han presentado inconvenientes internos en el dentro de distribución para la recepción de mercancías que afectan el rendimiento del descargue tales como muelle disponible para este, montacargas disponible para la operación, encargado de la recepción no disponible en el momento, razones por las cuales se pueden presentar demoras por algunos minutos.

El valor del 22% de datos mayores al estándar en el tiempo total en planta se debe a que para este cálculo se tienen en cuenta todas las operaciones que conforman el tramo y con que una de estas exceda el valor establecido como el estándar automáticamente aumenta el valor de la operación total en planta.

El resto de las operaciones presentan valores menos relevantes y se concluye que estos se presentan debido a la variabilidad en las operaciones, un ejemplo de esto es que la espera para ingreso se retardó debido a que se encontraban realizando otro cargue y antes debían terminar esa operación o que el tiempo de salida fue demorado debido a revisiones extra de la documentación.

Teniendo en cuenta que de los 2455 registros de operación que arrojaron información consistente, 1609 realizaron retorno a la planta del cliente, con el fin de obtener un tiempo estándar para dicho retorno se realizó una depuración extra en esta operación y se obtuvo que 1455 de estos datos eran consistentes. Los resultados expuestos en la siguiente tabla presentan los valores promedio y esperado, además del tiempo estándar para la operación de retorno.

Tabla 18.

*Tiempo estándar retorno.*

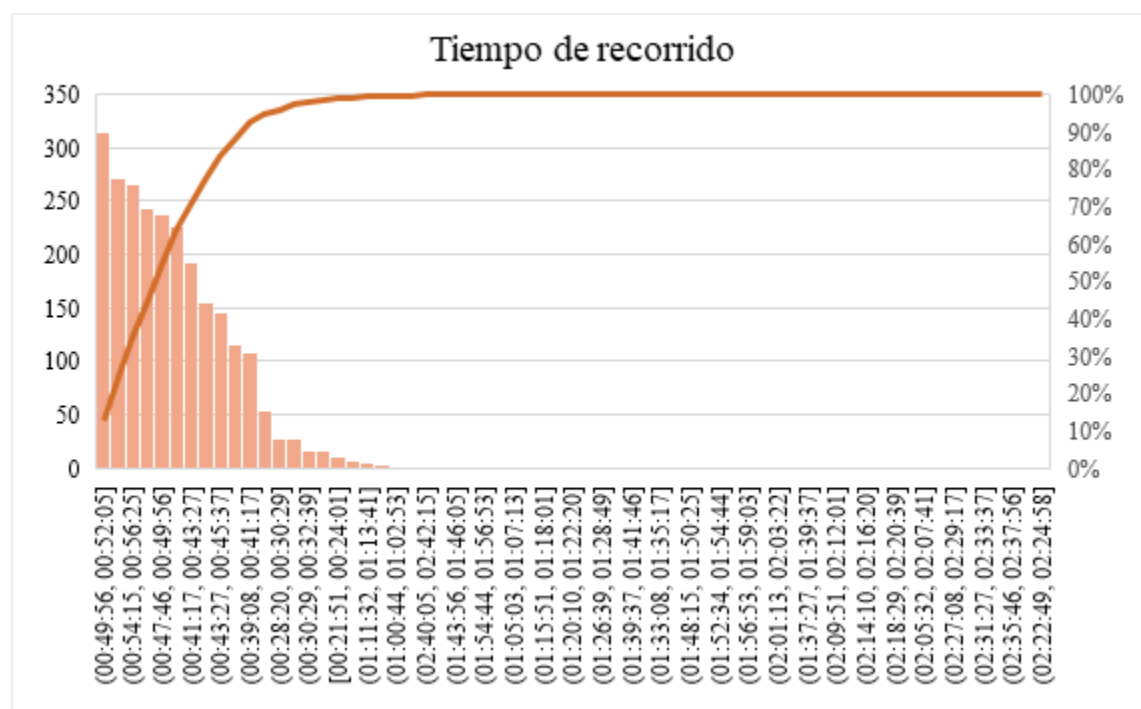
	<b>Promedio</b>	<b>Valor estándar</b>	<b><math>\Sigma</math> valores atribuidos</b>	<b>Tn</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Tt</b>
<b>Retorno</b>	00:54:00	0:35:00	115037	00:41:33	10%	00:45:42

*Nota:* Elaboración propia

Como se observa en la tabla, el valor promedio se encuentra por encima del tiempo estándar obtenido, además al revisar los 1455 recorridos y realizar un conteo de la información se encontró que 1071 datos que corresponden al 71,64% superan el tiempo estándar, lo cual ratifica lo

observado anteriormente con respecto a la variabilidad en los recorridos y lo incierto que es cada uno de estos debido a situaciones externas la mayoría de las veces.

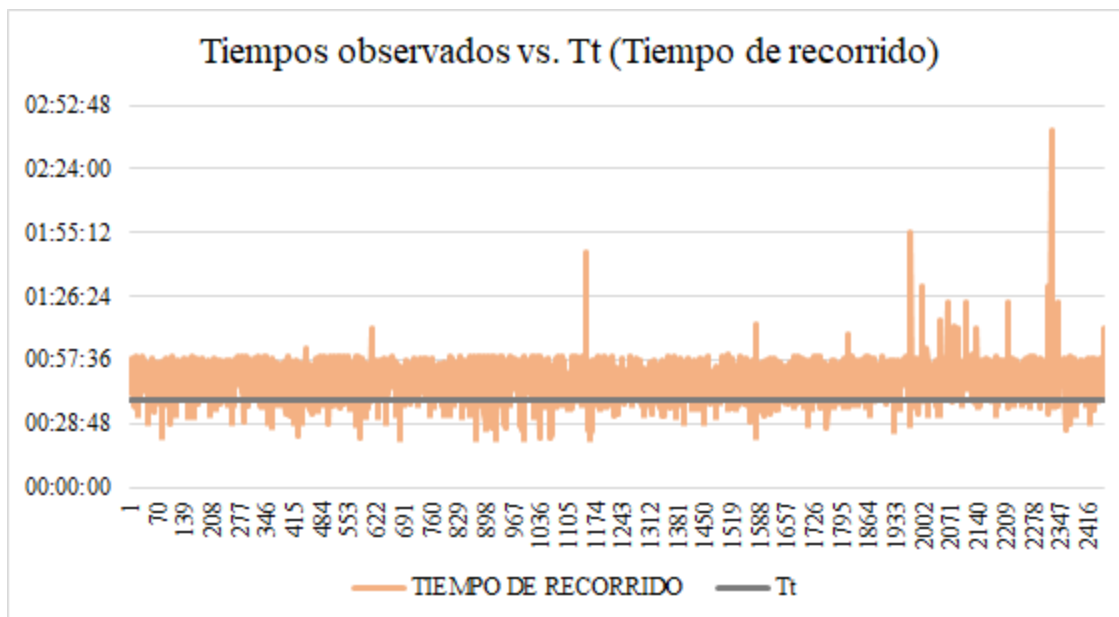
Para cada una de las operaciones se realizó un histograma y un gráfico de líneas con el fin de observarla acumulación de datos en ciertos intervalos de tiempo y el comportamiento de estos mismos con respecto al tiempo estándar.



**Figura 30.** Histograma tiempo de recorrido planta – CEDI tramo 2. Elaboración propia.

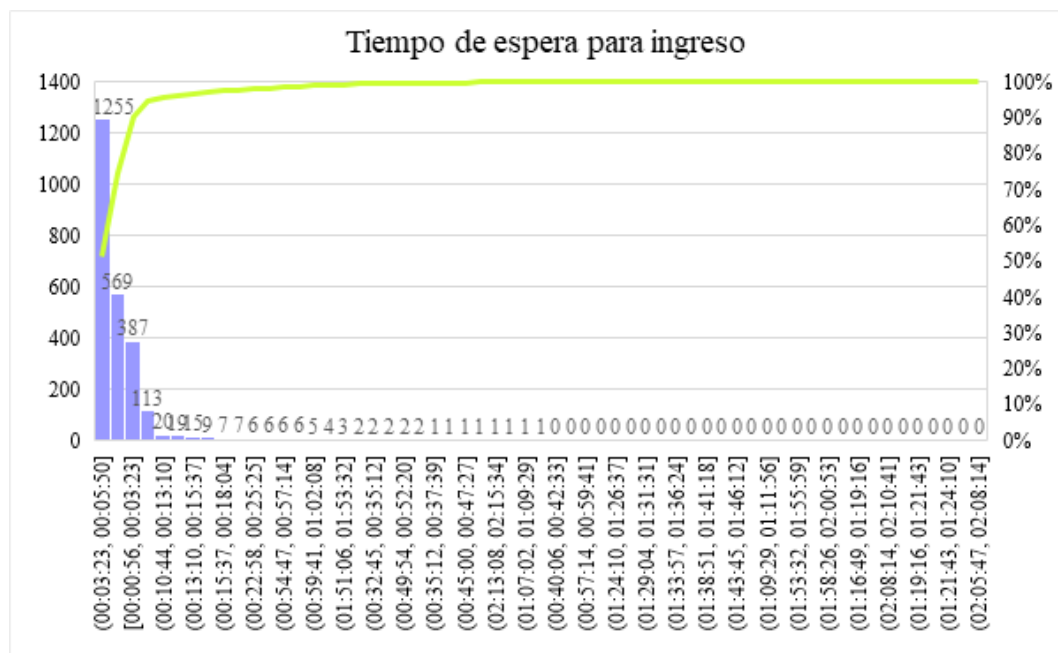
El tiempo de recorrido corresponde al tiempo que transcurre entre la salida de la panta del cliente hasta la llegada del vehículo al CEDI de la empresa. Como se observa en el histograma los tiempos comprendidos entre los intervalos de 49 minutos 56 segundos y 52 minutos cinco segundos, 54 minutos 15 segundos a 56 minutos 25 segundos, 47 minutos 46 segundos a 49 minutos 56 segundos y el intervalo que comprende los tiempos entre 41 minutos 17 segundos a 43 minutos 27 segundos resulta ser el más representativo al contener el 80% de los datos. Si bien entre estos datos se encuentra el tiempo estándar calculado, cerca del 70% de los tiempos observados se encuentran por encima de este. Los recorridos son los que presentan mayor cantidad de variabilidades puesto que no es posible controlar el tráfico en la vía o accidentes que se puedan presentar.





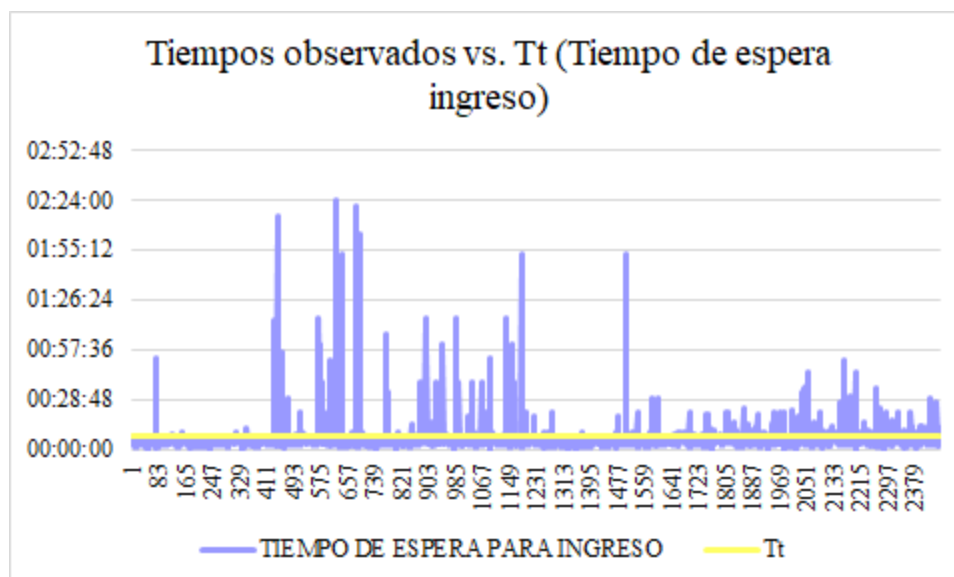
**Figura 31.** Comportamiento de datos (tiempo de recorrido vs. Tt). Elaboración propia.

La figura relaciona los tiempos de recorrido observados contra el tiempo estándar calculado para esta actividad siendo este de 39 minutos 47 segundos dando una visión global del comportamiento de estos. La gráfica indica una fluctuación constante en los datos entre 0:28:48 y 0:57:36 sin embargo dichos datos se encuentran cercanos al estándar representados mediante una línea constante. Por otro lado, de la gráfica se puede inferir que aún existen datos que se encuentran por encima del promedio llegando incluso a dos horas; ello debido a la naturaleza de la actividad y a las variabilidades que puedan presentarse en el tráfico.



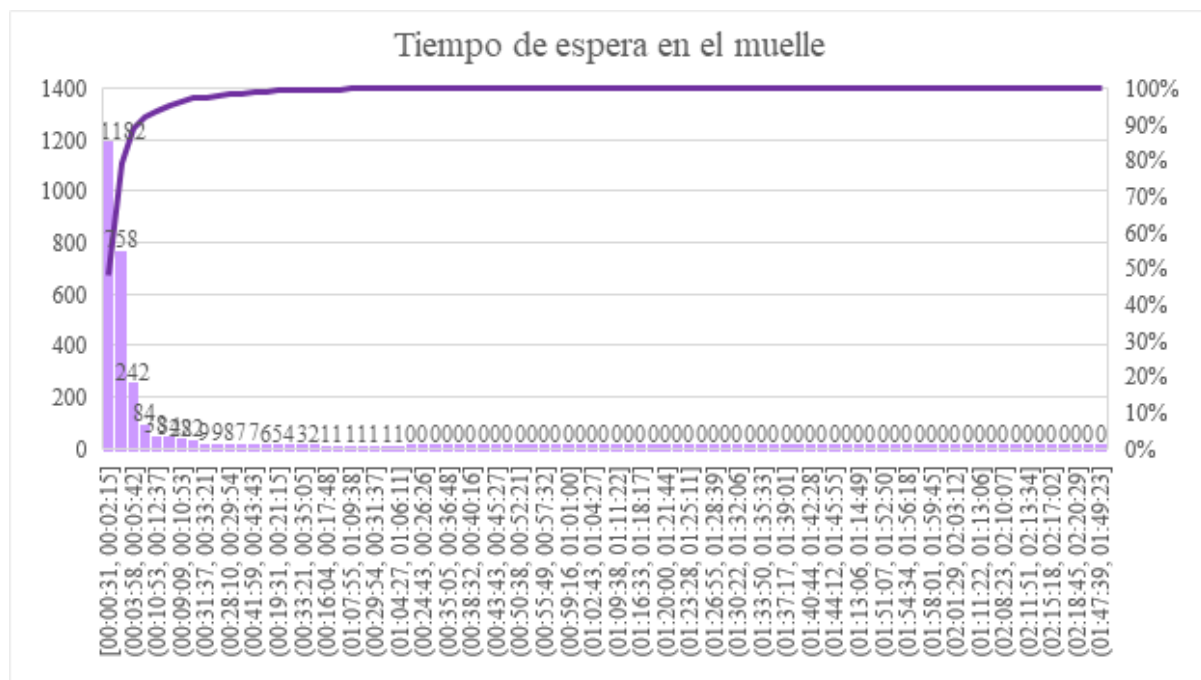
**Figura 32.** Histograma tiempo de espera para ingreso a muelle tramo 2. Elaboración propia.

El histograma que expone el tiempo de espera para ingreso muestra que aproximadamente el 95% de los datos se encuentran en el intervalo de tres minutos 23 segundos a cinco minutos 50 segundos, este dato es representativo y considerado como aceptable teniendo en cuenta que el tiempo estándar resultó ser de 7 minutos 41 segundos. Aunque la mayoría de los datos se concentran en el intervalo ya indicado, el promedio estuvo en seis minutos 23 segundos debido a aquellos que se alejaban tanto del estándar como del promedio y que a pesar de la depuración de la base de datos no fue posible eliminar teniendo en cuenta que solo aquella información considerada como muy extrema se descartó.



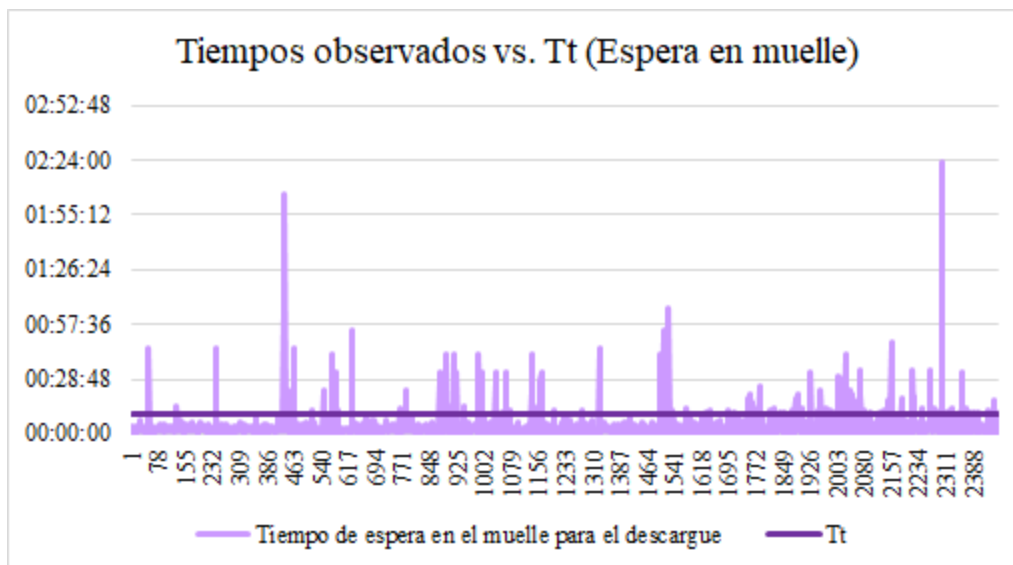
**Figura 33.** Comportamiento de datos (tiempos de espera para ingreso vs. Tt). Elaboración propia.

En la gráfica de comportamiento de las esperas para ingreso se puede observar que la gran mayoría de los datos se encuentran cercanos a la línea del tiempo estándar obtenido y que hay ciertos datos que se alejan en gran medida a dicha línea, estos datos en específico se determinan como extremos de la operación, con el fin de determinar las razones por las que se presentaron dichos extremos fue necesario indagar con personas cercanas a la operación llegando a la conclusión de que el mal uso de la aplicación que manejan los conductores generaba estos datos erróneos y a su vez ponía en duda la confiabilidad de gran parte de la información como se indicó anteriormente.



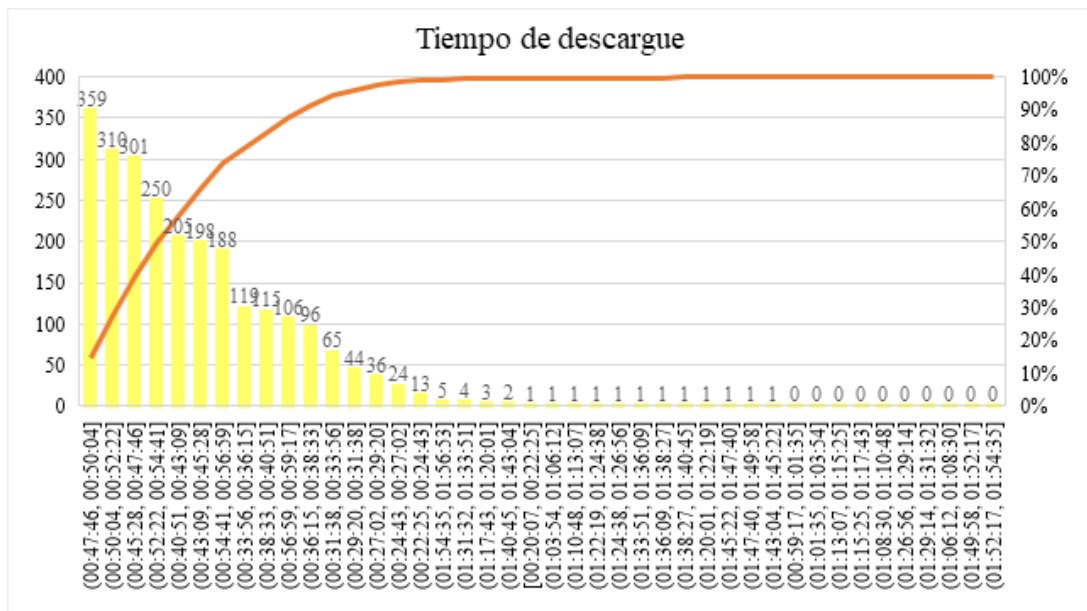
**Figura 34.** Histograma comportamiento de tiempo espera en muelle (CEDI). Elaboración propia.

El histograma representa los datos observados referentes al tiempo de espera en el muelle de la empresa, espera en ser descargado. El primer intervalo compuesto de alrededor de 1182 datos, un intervalo de 31 segundos a dos minutos quince segundos y que junto con el intervalo de tres minutos 58 segundos hasta cinco minutos 42 segundos, dicho intervalo cuenta con 758 registros consistentes que representan el 80% del diagrama. Como se observa en el histograma pese a la existencia de intervalos que se encuentran por encima del tiempo estándar calculado de nueve minutos 54 segundos, estos representan el 20% del universo de datos. Sin embargo, esto no implica que dichos tiempos no puedan ser mejorados para acomodarse al estándar.



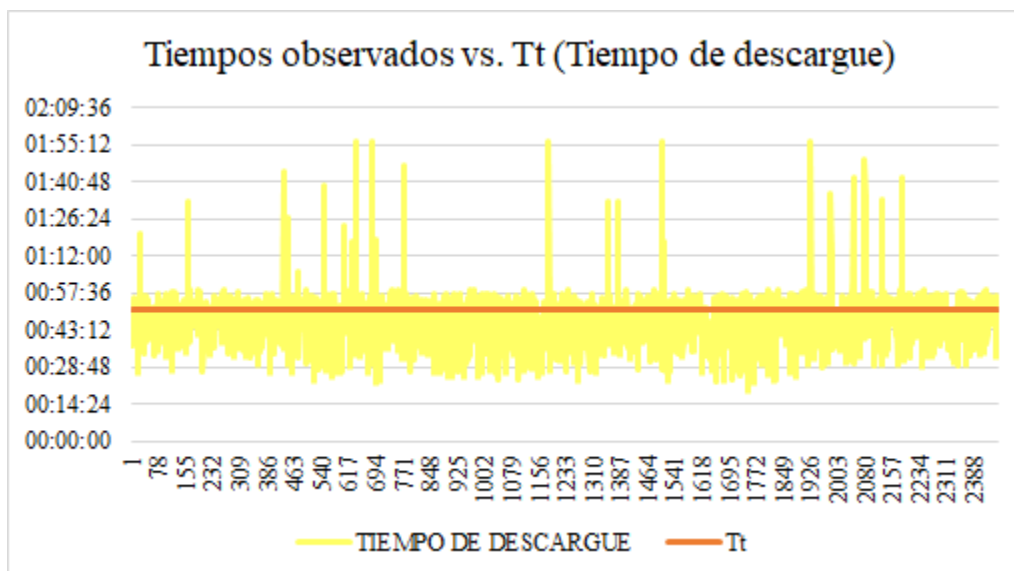
**Figura 35.** Comportamiento (tiempos espera en muelle descargue vs. Tt). Elaboración propia.

Como se ha mencionado hasta el momento, este grafico busca mostrar cual es el comportamiento de los datos con respecto al tiempo estándar obtenido. En este caso se realiza el análisis del tiempo de espera en el muelle de MCT para el descargue obteniendo como resultado que los datos se encuentran cerca al estándar (00:09:54) con excepciones marcadas y que a su vez generan distorsión en la información. Con este tiempo ocurre lo mismo que con los mencionados anteriormente, el mal uso de la aplicación de registros genera información poco fiable, teniendo en cuenta que no todos los tiempos extremos se deben al mal uso de dicha aplicación también es necesario mencionar que estas esperas elevadas en muelle se deben a retrasos previos de otras entregas, ocupación de los montacarguistas o a casos aislados de inconvenientes con la recepción.



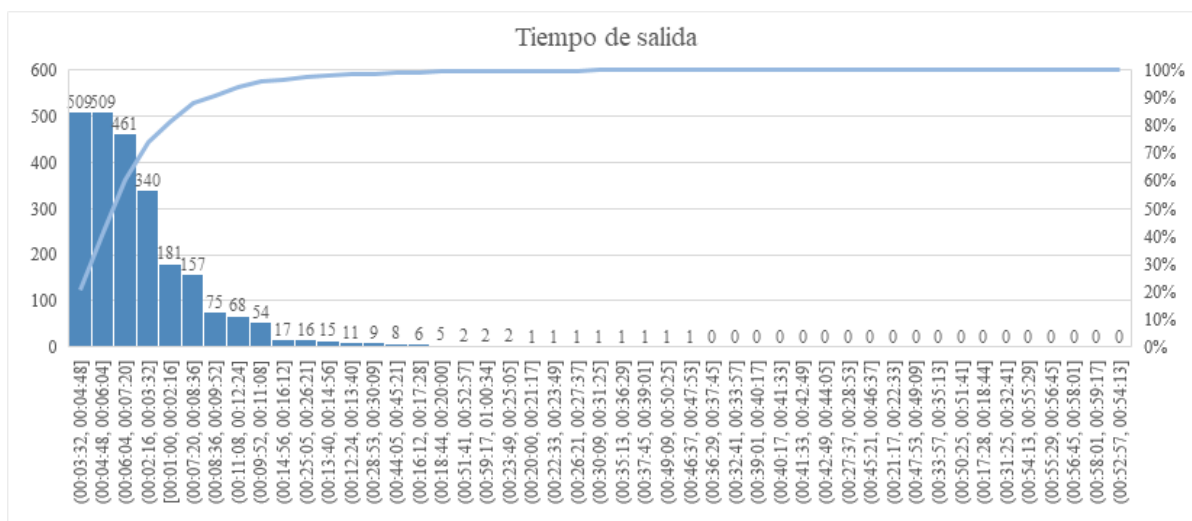
**Figura 36.** Histograma comportamiento de tiempo de descarga. Elaboración propia.

El histograma muestra de manera gráfica el comportamiento o frecuencia de los tiempos de descarga observados y que se calificaron como consistentes tras la depuración. 20% de los datos fluctúan por encima de las dos horas o se encuentran por debajo del tiempo estándar e incluso llegan a posicionarse por debajo del valor de la media de los tiempos observados o lecturas. El tiempo estándar calculado para la operación es de 51 minutos 25 segundos, se observa que 80% de los datos condensados en los primeros ocho intervalos se encuentran cercanos a este y representan el valor más significativo del histograma abarcando alrededor de 1930 registros consistentes.



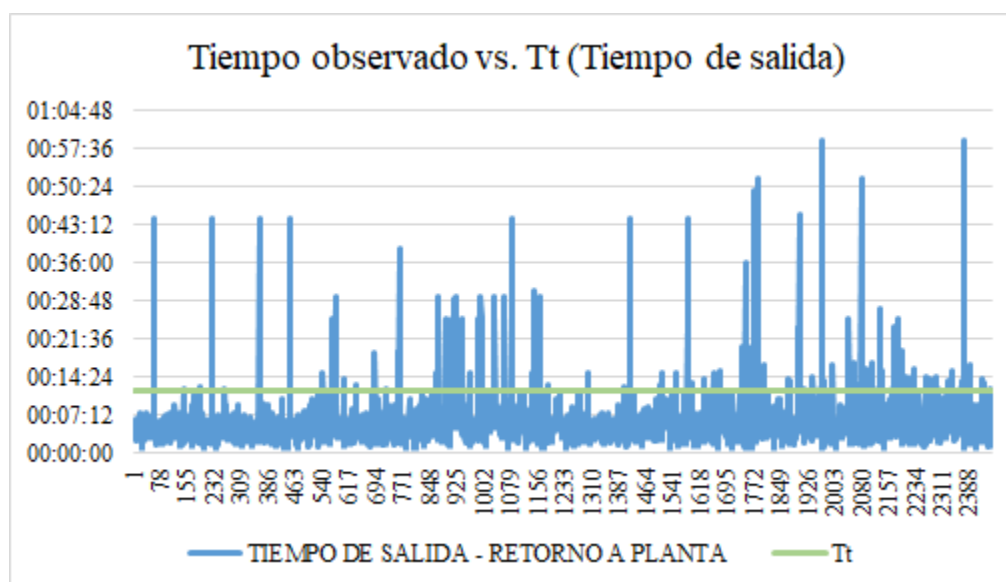
**Figura 37.** Comportamiento de datos (tiempos de descarga vs. Tt). Elaboración propia.

Como se indicó en el gráfico anterior, el tiempo estándar calculado para la operación de descarga se encuentra en 51 minutos 25 segundos como se observa en la gráfica esta permanece constante para términos del análisis mientras que las lecturas fluctúan por encima y por debajo de dicho valor. En contra posición se observan lecturas que sobrepasan el tiempo estándar calculado y que podrían responder a eventos en los que se debió reestibar la mercancía o no se contaba con el número de montacargas necesario para llevar a cabo el descarga en el tiempo promedio establecido por la empresa de 45 minutos como se ha mencionado.



**Figura 38.** Histograma comportamiento de tiempo de descarga. Elaboración propia.

El histograma correspondiente al tiempo de salida muestra que el 80% de los registros se encuentran concentrados en los primeros cuatro intervalos demostrando que la mayor parte de la información obtenida en el tiempo de salida se encuentra por debajo del promedio e incluso por debajo del tiempo estándar, razón por la cual se puede decir que se cumple satisfactoriamente con salidas rápidas y sin inconvenientes del centro de distribución después de realizar los descargues. Al mismo tiempo es necesario conocer las razones para que existan registros que sobrepasan el tiempo estándar en tiempos que se consideran como no normales o extremos. Al analizar la información con la que se cuenta y ciertas observaciones que se realizan en la base de datos, se llega a la conclusión de que las razones para que se presenten los extremos mencionados son las verificaciones finales tanto de la documentación general como de la carga recibida y su confirmación final.



**Figura 39.** Comportamiento de datos (tiempos de salida vs. Tt). Elaboración propia.

Al analizar el gráfico de comportamiento de las lecturas de los tiempos de salida observados se puede notar que se presenta una cantidad importante de variaciones con respecto al tiempo estándar de 11:36. Las variaciones mencionadas para este tiempo se presentan a causa de revisiones finales de la documentación de los productos recibidos.



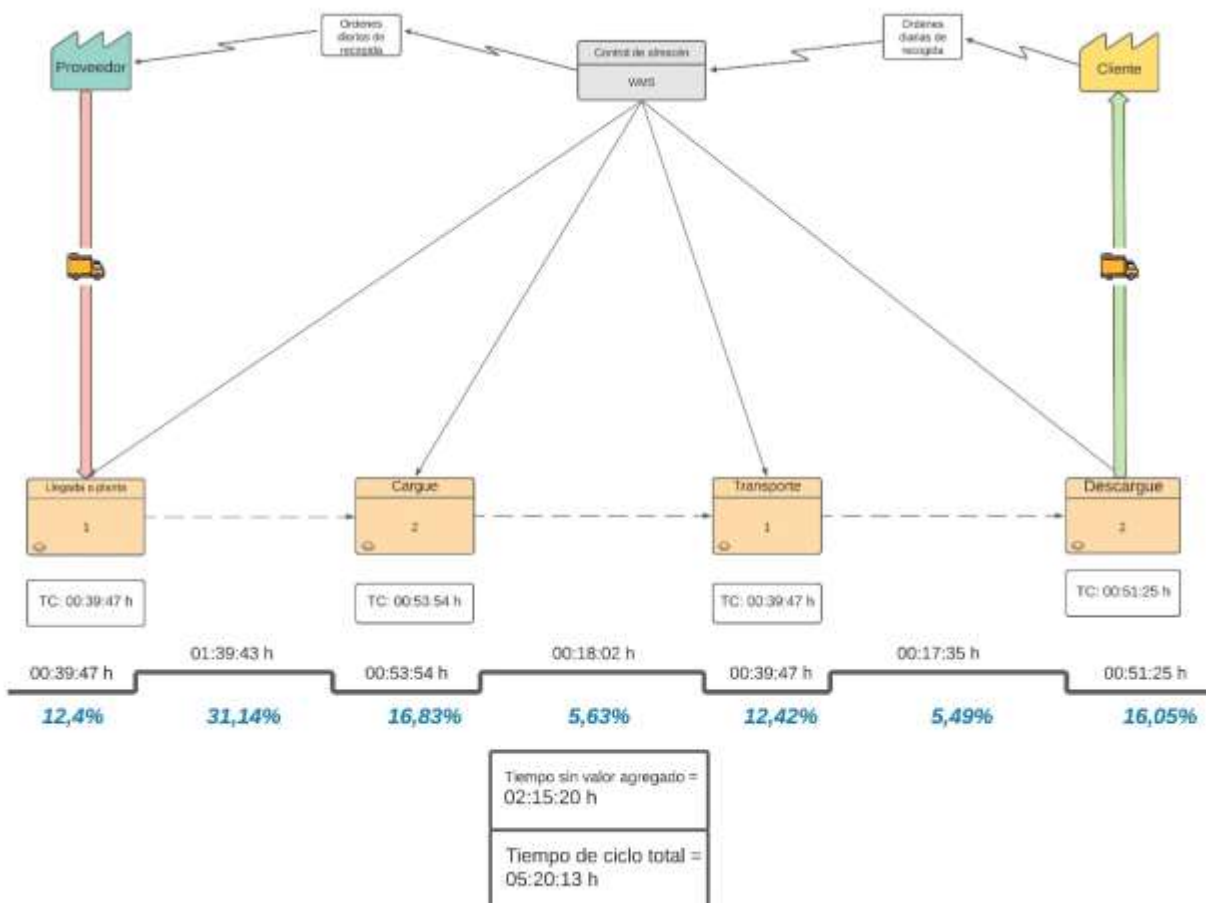
### 6.3.3. Mapa de flujo de valor actual (VSM).

Con el fin de detallar la situación actual del CEDI de la empresa MCT S.A.S. y encontrar oportunidades que permitan una mejora de las operaciones que actualmente se realizan a continuación se establecerá el VSM de la empresa. Con respecto al Value Stream Mapping, indica Pérez (2006):

El VSM es la herramienta más idónea para el análisis de la situación presente, con la cual, además, tendremos una visión completa de la empresa y de sus procesos. Esto nos servirá para implementar en forma más fácil las acciones de mejora, las cuales incluso aplicadas en actividades aisladas ayudarán a optimizar el «todo-global» y no simplemente las partes del proceso.

Según información suministrada a través de entrevistas e insumos de la empresa, el CEDI cuenta con cuatro actividades principales: Cargue, descargue, transporte y almacenamiento; sin embargo, no se cuenta con información de tiempos referentes a almacenamiento. Dichas actividades serán narradas a continuación.

- Llegada a la planta: el conductor designado arriba a la planta para realizar el cargue solicitado. El vehículo sale desde el Centro de distribución de MCT en Funza y se desplaza hasta la planta del cliente.
- Cargue: esta operación inicia cuando el vehículo asignado para el transporte de la mercancía es asignado a un muelle para iniciar el cargue. El vehículo llega a portería, se informa al cliente y es allí cuando el vehículo debe esperar a ser designado a un muelle de la planta.
- Transporte: luego de ser cargado, el vehículo sale de la planta e inicia su recorrido de vuelta al centro de distribución para depositar la mercancía.
- Descargue: el vehículo llega a portería y allí se informa el cliente y tipo de vehículo a descargar. A continuación, se indica el muelle en el que será descargado y el encargado de inventarios realiza la entrada al WMS; posteriormente, se da apertura al vehículo y el montacarguista realiza el descargue del producto para ser ubicados en la zona mixta en espera de ser recepcionados.



**Figura 40.** VSM. Elaboración propia.

#### 6.3.4. Operación UGC.

La operación UGC corresponde a la operación con destino urbanos que se realiza generalmente en la noche. En dicha operación el cliente Alimentos Polar, envía un manifiesto con las unidades a despachar y MCT asigna una hora de cita en la que el transportador enviado por el cliente arribará al cargue. Posteriormente se inicia un conteo en el que se verifica que el manifiesto del conductor coincida con el alistamiento realizado; al terminar el conteo de los items solicitados se inicia al cargue y finalmente la salida del vehículo cargado a su destino final. Es de suma importancia resaltar que los camiones usados para la operación UGC no son parte de la flota de MCT y que esta operación a diferencia de la operación paletizados se despacha en arrume negro, por otro lado, el cargue es realizado por una cuadrilla compuesta por tres personas.

La base de datos suministrada comprende hora de cita y hora de llegada del vehículo a MCT, hora de inicio de conteo, hora de inicio de cargue, hora de fin de cargue. Para el análisis de los tiempos empleados en el desarrollo de la operación se realizan ecuaciones que permitan evidenciar el tiempo de ingreso a muelle, el tiempo empleado en la validación de los productos, tiempo de cargue y tiempo total de la operación. La representación gráfica de la operación y los tiempos analizados se encuentra en la siguiente figura.



**Figura 41.** Operación UGC. Elaboración propia.

**6.3.4.1. Tiempos estándar UGC.** Como parte del análisis de los tiempos estándar, igual que en el análisis de los primeros tramos se realizó una depuración de los datos contenidos en la base de datos, dando como resultado la siguiente tabla.

Tabla 19.

*Errores e inconsistencias encontradas en UGC*

<b>Registros con error en tiempo de ingreso</b>	99
<b>Registros con error en tiempo de cargue</b>	100
<b>Registros con error en tiempo de validación</b>	34
<b>Registros con inconsistencias en cantidad de ítem</b>	1
<b>Cancelados</b>	1
<b>Registros con hora de cita inconsistentes</b>	189
<b>Inconsistencias en unidades</b>	1
<b>Registros vacíos</b>	4
<b>Registros con inconsistencias en muelle asignado</b>	223
<b>Total</b>	<b>652</b>

*Nota:* Elaboración propia.

Como se observa en la base de datos compuesta inicialmente por 8791 registros de operación, esta cuenta con 652 registros inconsistentes que fueron depurados y responden a errores en tiempo de ingreso (horas negativas), tiempo de cargue (tiempos de cargue de cero minutos cero segundos),

tiempo de validación (tiempo negativo), registros vacíos, entre otros. En consecuencia, el índice de confiabilidad para los datos registrados es del 92,58% aproximadamente.

La base de registros correspondiente a la base UGC a diferencia de la base paletizados, contiene información acerca de los pesos que se cargan en dicha operación, por ello, para realizar un cálculo de tiempo estándar óptimo; en primera instancia se calcula el promedio de los tiempos observados.

Posteriormente se halla el valor promedio de carga siendo estos 5000 kilos y el tiempo observado para tal nivel de carga. Luego mediante la ecuación (16) se determinó el valor estándar (100%) o también llamado ritmo de trabajo para cada lectura y que permitiría calcular el tiempo normal. El valor estándar de ingreso se determina de 00:05:00 h según análisis realizados a dicha operación en el tramo uno y dos.

$$\text{Valor estándar} = \frac{\text{Peso} \times \text{valor promedio peso}}{\frac{\text{Tiempo observado para peso observado}}{\# \text{ operarios cuadrilla}}} \quad (16)$$

Puesto que el valor estándar de tiempo de validación o conteo de la carga, también está dado por el volumen de esta, se estima un ritmo de trabajo (100%) para esta tarea de 00:30:00h. Se asigna un suplemento de 5% al tiempo de ingreso, 5% al tiempo de validación y 10% para el tiempo de cargue teniendo en cuenta la fatiga del trabajador causada por la operación. Por último, se calcula el tiempo estándar mediante la ecuación (11) y en consecuencia se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 20.

*Tiempo estándar UGC.*

	<b>Promedio</b>	<b>Valor estándar</b>	<b>∑ valores atribuidos</b>	<b>Tn</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Tt</b>
<b>Ingreso</b>	00:18:54	00:05:00	443368	00:10:18	5%	00:10:49
<b>T. validación</b>	01:21:57	00:30:00	485542	00:48:54	5%	00:51:20
<b>T. Cargue</b>	01:00:20	00:32:54	650293	00:48:12	10%	00:53:01
<b>Tiempo total</b>						01:55:10

*Nota:* Elaboración propia.

### 6.3.5. Mudadas.

**6.3.5.1. Mudadas tramo 1.** Parte de la filosofía Lean Logistic se encuentra en el análisis de mudadas, estas pueden identificarse en tiempo, transporte, procesos, inventario, movimientos, defectos o sobreproducción; todos ellos restando valor a las operaciones realizadas. En consecuencia, la filosofía Lean contribuye a la mejora de las operaciones y a la identificación de los problemas que afectan cada área de la organización.

Menéndez (2014) afirma: “La espera es el tiempo, durante la realización del proceso productivo, en el que no se añade valor”. Dada la naturaleza de la investigación, luego del análisis realizado a los tiempos empleados para la resolución de las operaciones de cargue, transporte y posterior descargue se identifica que el tiempo de espera para ingreso a muelle en la planta del cliente, es decir, Alimentos Polar; es significativamente mayor que la espera para ingreso a muelle en MCT como se observa en la tabla contigua.

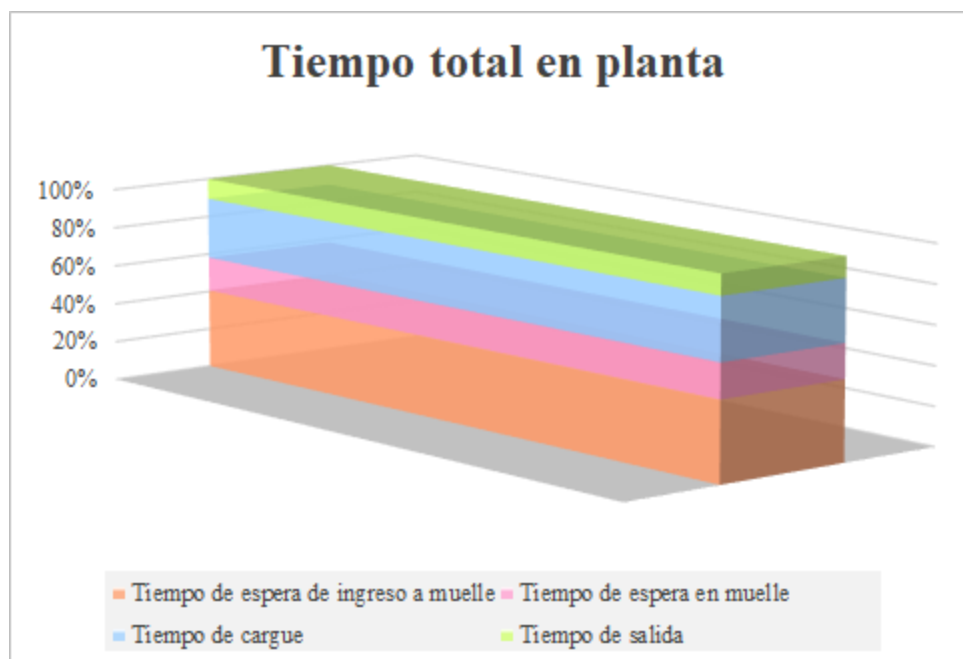
Tabla 21.

*Muda de tiempo en espera para ingreso a muelle*

	<b>Promedio</b>	<b>Valor estándar</b>	<b>∑ valores atribuidos</b>	<b>Tn</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Tt</b>	<b>%</b>
<b>Espera ingreso tramo 1</b>	00:43:27	00:13:00	341582	01:06:18	0,05	01:09:37	100%
<b>Espera ingreso tramo 2</b>	00:06:31	00:05:00	275858	00:07:19	0,05	00:07:41	11%
<b>Diferencia</b>						01:01:56	89%

*Nota:* Elaboración propia.

La tabla 21 indica que la diferencia entre los tiempos espera para ingreso a muelle para cargue o descargue en tramo uno y tramo dos respectivamente, es de 01:01:56. Es decir, el tiempo estándar de espera para ingreso en el tramo dos representa el 11% del tiempo estándar calculado para el tramo uno. En consecuencia, la diferencia es de aproximadamente el 89%.



**Figura 42.** Tiempo total en planta. Elaboración propia.

Siendo el tiempo estándar de la operación en el tramo uno de dos horas 51 minutos 38 segundos, como se observa en la figura, el tiempo de espera para ingreso a muelle representa el 40,56% de la operación llevada a cabo en la planta del cliente, seguida del tiempo de carga. Sin embargo, como se mencionó antes, la espera es un tiempo que no agrega valor a la operación afectando de este modo al cliente y al operador logístico y es en sí misma una actividad que si bien existe debería ser reducida al mínimo.

El operador logístico pierde oportunidades de operación al tener un tiempo de espera en planta para dicho cliente tan elevado puesto que dicho tiempo podría ser empleado en la realización de operaciones para otro cliente o la realización de más viajes para el mismo. En cuanto al cliente, este estaría pagando por un tiempo que, si bien es atribuible a su organización, la espera antes mencionada no está generando valor al servicio contratado.

A continuación, se expresa el análisis y la reducción propuesta de la muda de espera identificada en el tramo uno; sin embargo, cabe destacar que, puesto que el tiempo de espera está dado por operaciones internas del cliente, no están bajo estudio en este trabajo.

Tabla 22.

*Muda propuesta espera para ingreso tramo 1.*

	<b>Promedio</b>	<b>Valor estándar</b>	<b><math>\Sigma</math> valores atribuidos</b>	<b>Tn</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Tt</b>
<b>Espera ingreso actual</b>	00:43:27	00:13:00	341582	01:06:18	5%	01:09:37
<b>Espera ingreso propuesto</b>	0:43:27	0:01:00	26276	0:05:06	5%	0:05:21

*Nota:* Elaboración propia

Puesto que actualmente este es de 02:51:38 h la propuesta reduce un en un 37% el tiempo total estándar en planta siendo 01:47:23 h dado que el tiempo de espera para ingreso propuesto tiene una diferencia de 01:04:16 h del T (tiempo estándar) calculado inicialmente.

Por otro lado, se propone una reducción en el tiempo de espera en el muelle para el cargue de un tiempo estándar inicialmente calculado de 00:30:06 h a 00:06:01, es decir, una reducción porcentual de 19,98%. Dada la naturaleza del proceso, este tiempo resulta más adecuado para la operación; obteniendo así un tiempo total de esperas de 00:11:22 h, reduciendo finalmente el tiempo estándar total del primer tramo a 01:23:18 h generando así una reducción total de aproximadamente 48%.

Tabla 23.

*Tiempos estándar esperas tramo 1 modificando valor estándar.*

	<b>Promedio</b>	<b>Valor estándar</b>	<b><math>\Sigma</math> valores atribuidos</b>	<b>Tn</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Tt</b>
<b>Espera ingreso</b>	00:43:27	00:01:00	26276	00:05:06	0,05	00:05:21
<b>Espera muelle</b>	00:14:39	00:01:00	87643	00:05:44	0,05	00:06:01
						00:11:22

*Nota:* Elaboración propia.

**6.3.5.2. Mudos tramo 2.** A pesar de que en este tramo se evidencian menores tiempos de operación con respecto a los presentados en el primer tramo, es necesario resaltar que los tiempos de espera tanto para ingreso como para muelle deberían ser casi inexistentes o hasta nulos si existiera una buena coordinación con las recepciones desde planta. A lo largo de este proyecto se ha evidenciado a través de promedios y de tiempos estándar cuales son los tiempos que corresponden a las operaciones ya mencionadas mostrando que para el tramo dos se presentó como estándar 02:00:23. Con el fin de demostrar que el tiempo presenta una reducción que agiliza las operaciones generales de recepción de mercancías se presentan las tablas que se encuentran a continuación.

Tabla 24.

*Tiempos estándar esperas tramo 2.*

	<b>Promedio</b>	<b>Valor estándar</b>	<b>∑ valores atribuidos</b>	<b>Tn</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Tt</b>
<b>Espera ingreso</b>	00:06:31	0:05:00	275858	00:07:19	5%	00:07:41
<b>Espera muelle</b>	00:03:45	0:05:00	617535	00:09:26	5%	00:09:54
<b>Total</b>						00:17:35

*Nota:* Elaboración propia.

Esta tabla se hace visible nuevamente con el fin de totalizar el valor de los tiempos de espera para lograr identificar cual es el valor porcentual equivalente, demostrando que de la totalidad del tiempo de la operación el 15% pertenece a las esperas manteniendo los valores tal cual se realizaron al generar los tiempos estándar del tramo dos. Esto demuestra que si este tiempo fuera inexistente se reduciría el total de la operación de 2:00:23 a 01:42:48. La identificación de este tiempo innecesario podría abordarse y eliminarse con la intención de presentar tiempos concretos en las operaciones de recepción que como consecuencia generarían desocupe anticipado de los camiones para continuar con otras actividades.

Tabla 25.

*Tiempos estándar esperas tramo 2 modificando valor estándar.*

	<b>Promedio</b>	<b>Valor estándar</b>	<b>∑ valores atribuidos</b>	<b>Tn</b>	<b>Suplemento</b>	<b>Tt</b>
<b>Espera ingreso</b>	00:06:31	0:01:00	55172	00:01:28	5%	00:01:32







Actividad	●	→	■	▼	◐
Alistamiento	●				
Transporte de la mercancía a muelle		●			
Conteo de la mercancía			●		
Cargue de la mercancía arrume negro	●				
Espera de camión en el muelle					●

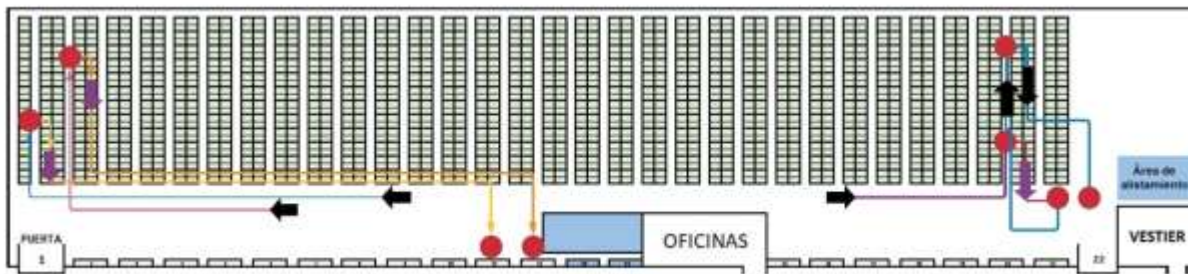
*Nota:* Elaboración propia.

El diagrama de recorrido de la tabla 26 muestra en resumen los movimientos que deben realizarse para completar la operación denominada UGC. Sin embargo, en las visitas realizadas al CEDI antes de los sucesos de la pandemia, se evidenció que gracias al alto nivel de stock de producto con el que cuenta MCT, productos pertenecientes al cliente Alimentos Polar, por lo general; la empresa se ve en la necesidad de posicionar producto en pasillos del área de almacenamiento donde se considera que no será necesaria movilización. Sin embargo, tras entrevistas realizadas se concluyó que, de verse en la necesidad de extraer producto de dichos pasillos, estos tendrían que realizar movimientos excesivos que se pueden tipificar como mudas.



**Figura 43.** Evidencia fotográfica, muda de movimiento. Elaboración propia.

Menéndez (2014) afirma: “Todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añade valor al producto es un despilfarro.” Por tanto, el movimiento antes descrito se define como una muda de movimientos; como se observa a continuación el recorrido que debe hacerse para cumplir con el alistamiento aumenta y ello repercute en el tiempo final de alistamiento.



**Figura 44.** Muda de movimiento. Elaboración propia.

## 6.4. Propuestas

### 6.4.1. Cadena de valor propuesta.

Teniendo en cuenta que la cadena de valor que se presentó anteriormente se realizó con información obtenida a través de entrevistas, reuniones virtuales con algunos empleados o revisando documentación proporcionada por la empresa, se llegó a la conclusión de que es necesario reforzar ciertas actividades de la cadena de valor actual.

En las actividades denominadas como secundarias con respecto a la infraestructura de la empresa se considera que las actividades allí contenidas son importantes y necesarias para

contribuir con un correcto desempeño en toda la organización y por tal razón no se plantea una modificación para las mismas.

Con respecto al área de recursos humanos se mantienen las actividades de la primera cadena de valor expuesta en este documento las cuales son formación y promoción interna, contratación y retribución, adicionalmente se decidió agregar dos actividades más correspondientes al desarrollo personal y a las condiciones de trabajo ya que para generar valor en una organización es necesario tener en cuenta la ergonomía de los puestos de trabajo, contar con personal capacitado y dispuesto a realizar su labor. Para llevar a cabo los cambios mencionados es necesario que se pueda realizar el estudio directo con el personal del centro de distribución lo cual no fue posible para efectos de este estudio por las consecuencias de la pandemia.

En el desarrollo tecnológico ya se manejan dos herramientas que agregan valor a la empresa, la gestión de almacenes WMS y el desarrollo de aplicaciones. Como una actividad extra se proponen herramientas de registro automático como lo es la utilización de códigos de barras, esta propuesta se realiza teniendo conocimiento sobre la posesión por parte de la empresa de lectores de este tipo de códigos, además la mercancía ya cuenta con este tipo de etiquetas, pero no se hace uso de estas lo que genera pérdidas de oportunidades de mejora y agilización de los procesos.

En la actividad de suministros como una propuesta de actividad extra se presenta la compra de maquinaria teniendo en cuenta que gran parte de las operaciones en la empresa se realizan a través de montacargas, que a su vez generan agilidad en los procesos y un mejor manejo de mercancías. Actualmente la empresa cuenta con 5 trilaterales que ya generan valor al servicio prestado por MCT, pero que no se estaban contemplando anteriormente en la cadena de valor.

Después de lo descrito anteriormente se puede observar que en las actividades de apoyo no se presenta mayor cantidad de modificaciones, el reflejo de las actividades agregadas se vería realizando una comparación entre márgenes una vez aplicada la modificación propuesta. Teóricamente hablando se ve como el valor agregado a los servicios de la empresa.

Dentro de las actividades primarias también hay ciertas modificaciones con respecto a la cadena de valor actual de la organización. En la actividad de la logística interna se realiza la eliminación del descargue puesto que este es uno de los servicios que presta la empresa y es parte de las operaciones esenciales, se podría considerar como el producto. Teniendo en cuenta que la logística

interna es el primer eslabón de la cadena de valor, es importante mantener actividades como almacenamiento, recepción y ubicación de mercancías dentro de esta pues son las que coordinan y permiten el correcto desarrollo de las operaciones.

Debido a que en la actividad de las operaciones se ubican aquellas actividades que realiza la empresa para fabricar un producto, al aplicarlo a una cadena de valor en una empresa prestadora de servicios como lo es MCT, se ubicarían en esta aquellas actividades generadoras del servicio, por tal razón se propone eliminar de la logística interna la actividad de descargue y agregarla a las operaciones, además de adicionar junto a este el cargue de mercancías. Esta propuesta permite tener claridad sobre los servicios prestados por la empresa para que de tal forma los clientes puedan identificar los productos con los que pueden contar cuando contratan a MCT como su operador logístico.

Para la logística externa también se recomiendan ciertas modificaciones, la primera de ellas consiste en eliminar el seguimiento de proceso en puerto y plataformas logísticas ya que esas actividades no se relacionan directamente con el centro de distribución y no agregan valor a las actividades allí realizadas, por otro lado, se recomienda agregar el seguimiento de tiempos entre operaciones y control de las actividades cargadas, teniendo en cuenta que al controlar totalmente pesos y tiempos el cliente recibirá información efectiva sobre las ventanas de tiempo relacionadas con sus operaciones y se cumpliría con los estimados. La efectividad de esta propuesta busca ser comprobada a través de escenarios propuestos.

Las actividades de marketing y ventas son las que requieren mayor intervención puesto que actualmente la empresa no cuenta con un área que se dedique al fortalecimiento de MCT como una marca. En esta actividad se propone agregar publicidad con el fin de dar a conocer la empresa, esta se puede dar a través de eventos empresariales y presentaciones que permitan el reconocimiento de la misma, esta propuesta se recomienda debido a que alimentos polar es el cliente más representativo de las operaciones en MCT lo cual implica un gran riesgo en caso de terminación de contratos así que resulta necesario contar con reconocimiento para que a futuro resulte más fácil llegar a conseguir clientes. Además, se recomienda la aplicación de incentivos a aquellos que brinden referidos. Se propone agregar los beneficios a clientes como parte de esta actividad ya que centrarse en el cliente y el cómo se beneficiará es esencial para agregarle valor a la cadena, dentro de estos beneficios se proponen entregas con intervalos de tiempo correctamente

definidos, lo cual garantizaría el cumplimiento de citas, dentro de los beneficios otra opción sería proponer maquilado y otras actividades extra que brinden valor agregado. Adicionalmente se propone eliminar el manejo de plagas y estándares de aseo, a pesar de que para la empresa esta es una forma de atraer clientes, es necesario tener claro que dichas actividades no pertenecen al marketing y ventas.

Por último, en las actividades de servicio al cliente es importante mantener el seguimiento a este y el cómo les están afectando las diferentes operaciones que manejan a través del operador logístico, además de llevar a cabo las mediciones de los indicadores para tener control sobre las operaciones realizadas, adicionalmente se propone brindarle estándares a los clientes de las diferentes actividades con el fin de que la atención y cumplimiento sea según los parámetros establecidos. Estos estándares propuestos son los llamados tiempos estándar de los que se ha hecho mención a lo largo de este proyecto para que se manejen límites de las ventanas de tiempo.



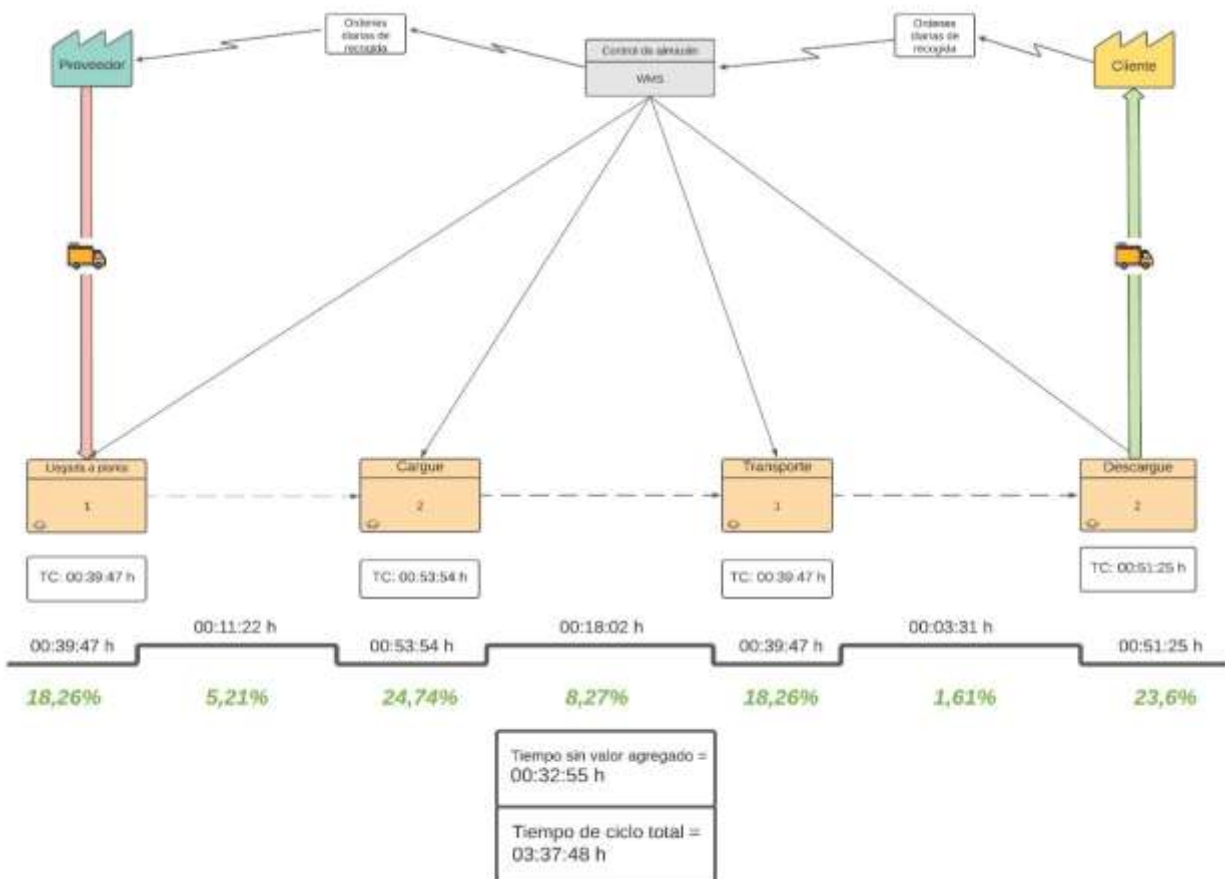
**Figura 45.** Cadena de valor propuesta. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que la pandemia provocada por el covid-19 afectó las movilizaciones y visitas presenciales en un 100% no fue posible hacer efectivos cambios tales como en la ergonomía, ambiente laboral o el estudio específico de movimiento por operario, se decidió dejar gran parte de la cadena como una propuesta con posibilidad de implementación. En cuanto a la propuesta de

un control de las cantidades cargadas, esta se analizará a través de escenarios propuestos con el fin de observar el comportamiento de las operaciones frente a la implementación de los cambios que se pretenden.

#### 6.4.2. Mapa de flujo de valor propuesto (VSM).

La filosofía Lean Logistic proporciona una identificación de las actividades que no generan valor al producto o servicio ofrecido. Por ello, como parte del uso de herramientas Lean Logistic, se desarrolló una propuesta de mejora para el VSM antes elaborado. Como se observa en la figura 46, se logra una reducción en el tiempo sin valor agregado, para el caso de MCT, el tiempo entre la llegada a la planta y el cargue que corresponde a esperas en la operación, que como se afirma no agrega valor. Por tanto, se propone reducir dicho tiempo, es decir de un tiempo sin valor agregado de 02:15:20 h se propone una reducción de 01:42:25. El VSM propuesto contempla un tiempo sin valor agregado de 00:32:55h como se muestra a continuación.



**Figura 46.** VSM propuesto. Elaboración propia.

La tabla 27 relaciona los indicadores respecto al tiempo sin valor agregado, es decir, tiempo en el que no se crea valor al servicio y el tiempo total de ciclo para el VSM actual y el VSM propuesto. Como se observa en la tabla, existe una diferencia de 01:42:25 h en el tiempo total de ciclo observado en ambos diagramas.

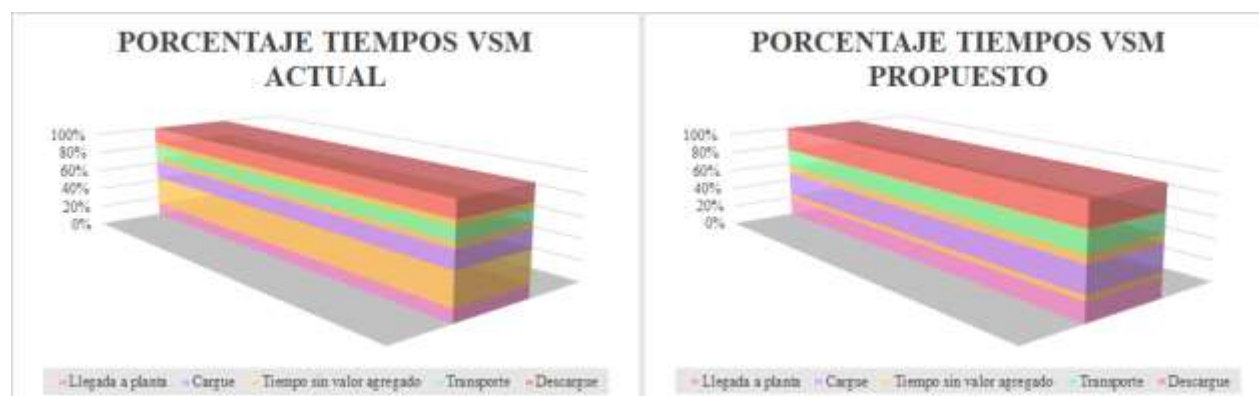
Tabla 27

*Indicadores VSM.*

VSM Actual		VSM Propuesto	
<b>Tiempo sin valor agregado</b>	2:15:20	<b>Tiempo sin valor agregado</b>	0:32:55
<b>Tiempo total de ciclo</b>	5:20:13	<b>Tiempo total de ciclo</b>	3:37:48

*Nota:* Elaboración propia.

Las figuras contiguas dan una visión del porcentaje de representación del tiempo sin valor agregado en el VSM actual en comparación con la propuesta de reducción de tiempos sin valor agregado para el VSM propuesto. De la figura contigua se concluye que el tiempo sin valor agregado del VSM actual representa un 42,26% del tiempo total de ciclo, por otro lado, el porcentaje de tiempo sin valor agregado en el VSM propuesto representa un 15,11% del tiempo de ciclo total. Por tanto, se propone una reducción del 68% del tiempo total de ciclo al reducir en un 27,14% el tiempo sin valor agregado.



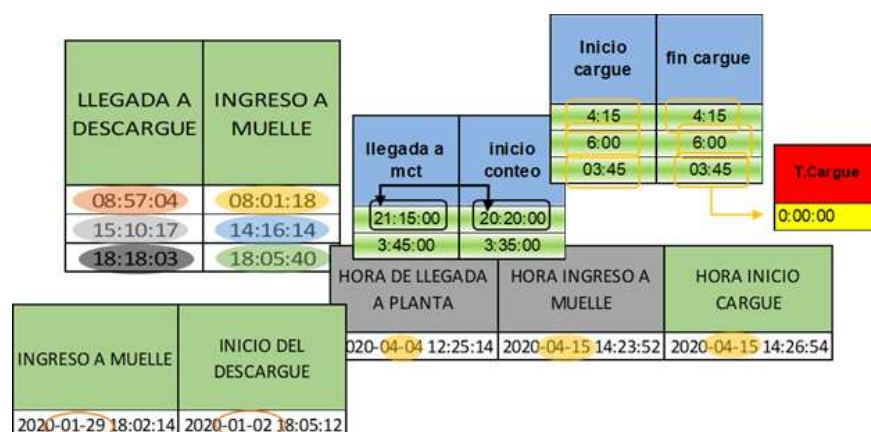
**Figura 47.** Porcentaje de tiempos VSM actual vs. VSM propuesto. Elaboración propia.

#### 6.4.3. Capacitaciones.

A través del estudio se identificó la existencia de errores causados por un mal registro de las operaciones; registro que se realiza a través de la aplicación MCT Móvil. Dicha aplicación es usada por los conductores y en ella se consignan entre otras cosas los tiempos de cargue y descargue, así como novedades asociadas a estos.



Como se mencionó anteriormente, las bases de datos usadas para el análisis y la realización de este proyecto presentaban múltiples errores como se identifica en las tablas 6, 12 y 18, todo ello dado que la información de tiempos de cargue y descargue se extrae directamente de la aplicación usada por los conductores. Gran parte de los errores responden a que la persona que registra no verifica la fecha correspondiente, inconsistencias en la digitación o en ocasiones a la hora de registrar no se tiene en cuenta seguir la secuencia de la operación, es decir, primero llegada a planta, ingreso a muelle, seguido por inicio y fin de cargue lo que deriva en registros con horas negativas o tiempos de cargue nulos como se observa en la figura contigua.



**Figura 48.** Errores en la base de datos. Elaboración propia.

Por tanto, se propone una capacitación de una hora en la que se les indique nuevamente a los conductores la importancia de dar un uso adecuado a la aplicación. Sin embargo, dadas las circunstancias de la pandemia, se diseña una infografía que comunique de manera breve dicho objetivo y que se espera pueda reducir el porcentaje de inconsistencias encontradas a futuro en el análisis.



**Figura 49.** Infografía MCT Móvil. Elaboración propia.

#### 6.4.4. Eliminación de mudas.

Las mudas identificadas en los dos primeros tramos descritos en este documento con respecto a los tiempos de esperas fueron definidas como tal teniendo en cuenta que representaban un porcentaje elevado del total de la operación como se indicó en sus respectivos capítulos de identificación. Con el fin de demostrar la efectividad de esta propuesta se presentaron las tablas de los capítulos 6.3.5.1. y 6.3.5.2. evidenciando que con la reducción o eliminación de los tiempos de espera se reduce para el tramo uno un 48% y para el tramo dos un 12% del tiempo total de la

operación. Lo anterior teniendo en cuenta que el tramo uno se da en su gran mayoría en la planta de alimentos polar y que mantener control sobre las esperas en esta resulta de mayor complejidad y por tal razón no se realizaron los cálculos con eliminaciones totales de las esperas ya mencionadas en tramo uno.

#### 6.4.5. Llevar conteo de cargas.

Las bases de datos correspondientes a los tramos uno y dos pertenecen a un formato distinto al de la base de datos de la operación UGC, las dos primeras contienen información general además de cargue, descargue y tiempos de espera, la de UGC contiene la misma información adicionando además las unidades, pesos, referencias e información con más detalle; a raíz de esto y el análisis de cada uno de los tramos ya mencionados surge como propuesta llevar el conteo de las cargas transportadas en los dos primeros. En la base de información de UGC fue posible determinar un valor estándar acertado gracias a los datos que allí se encontraban y por tal razón el tiempo estándar de esta operación fue más acertado para contabilizar los tiempos de cargue.

### 6.5. Costos

La información general con respecto a los costos no fue brindada por la organización, sin embargo, se pretende realizar un análisis de los beneficios que traería la reducción de los tiempos de espera para la organización. De la poca información sobre costos que fue brindada por la empresa para efectos de este proyecto se obtuvo que por viaje realizado el cliente paga a MCT un valor de \$417.000 sin embargo se desconoce el valor que MCT paga por cada viaje, por tanto, se establece un supuesto en el que dicho valor corresponderá al costo por viaje derogado por la empresa. Es importante mencionar que para las tablas donde se relaciona el costo beneficio y el aumento de productividad, se realizó el supuesto de que por cada camión se estaban realizando cargas de 30 estibas.

Tabla 28.

*Detección de aumento de productividad tramo 1.*

	<b>Tiempo en horas</b>	<b>%</b>
<b>Tiempo estándar</b>	02:51:38	100%
<b>Tiempo Estándar sin mudas</b>	01:23:18	48,54%
<b>Diferencia</b>	01:28:20	51,46%

*Nota:* Elaboración propia

La tabla expuesta resume el porcentaje de aumento en la productividad en la operación en planta (cargue). Se estima que de reducirse el tiempo estándar de esperas a 00:11:22 el cual es el resultado de sumar las esperas propuestas con valores estándar modificados a un minuto, se obtendrá un nuevo tiempo de 1:23:18 y se vería un aumento en la productividad de 51,46% aproximadamente.

Tabla 29.

*Costo beneficio tramo 1.*

	<b>Inicial</b>	<b>Aumento de productividad</b>	<b>Aumento</b>
<b>Total viajes</b>	2239	3391	1152
<b>Total estibas</b>	67170	101739	51%
<b>Valor pagado</b>	\$ 417000	\$ 257312	34%
<b>Total</b>	\$933663000	\$933663000	

*Nota:* Elaboración propia

La tabla 29 hace referencia al beneficio esperado en valores monetarios de generarse una reducción en el tiempo estándar al minimizar las esperas. Tras la depuración realizada a los datos se identifica información de 2239 viajes consistentes con un total de estibas de 67170. Como se hizo mención con anterioridad, bajo el supuesto en que se pagan \$417000 pesos por viaje, la empresa derogó hasta la fecha \$933663000 pesos. De implementarse una reducción al tiempo estándar, el vehículo estaría en capacidad de hacer más viajes, en consecuencia, gracias al aumento en la productividad se percibe un beneficio de 34% en los costos derogados.

Tabla 30.

*Detección de aumento de productividad tramo 2.*

	<b>Tiempo en horas</b>	<b>%</b>
<b>Tiempo estándar</b>	02:00:23	100%
<b>Tiempo Estándar sin mudas</b>	01:46:19	88%
<b>Diferencia</b>	00:14:04	12%

*Nota:* Elaboración propia

En la tabla 30 se puede observar el tiempo estándar obtenido para las actividades del tramo dos, el cual ha sido explicado en el punto 6.3.2.1. adicionalmente se encuentra el tiempo estándar obtenido luego de haber detectado las mudas en los tiempos de espera y haberles asignado valores estándar esperados de máximo 1:00 minuto por operación. Los valores porcentuales allí consignados dejan saber que se está presentando un aumento en la productividad del 12% y en la

tabla que se encuentra a continuación se observará el comportamiento de la información al aumentar dicha productividad.

Tabla 31.

*Costo beneficio tramo 2.*

	<b>Inicial</b>	<b>Aumento de productividad</b>	<b>Aumento</b>
<b>Total viajes</b>	2455	2508	2%
<b>Total estibas</b>	73650	75230	1580
<b>Valor pagado</b>	\$417000	\$408240	2%
<b>Total</b>	\$1023735000	\$1023735000	

*Nota:* Elaboración propia

Como se ha mencionado hasta el momento, se buscó una reducción en los tiempos de espera que se presentaban en el ciclo completo de la operación, dicha reducción se realizó con el fin de obtener beneficios tanto es costos como en productividad. Al conocer que el valor de aumento de la productividad fue del 12%, se realizaron cálculos de los cuales se obtuvo que el total de viajes realizados aumentaría en un 2%, la cantidad de estibas cargadas ya no sería de 73650 sino de 75230; con respecto al valor pagado por día también se presenta un valor favorable del 2% lo cual quiere decir que se están ahorrando 8760 pesos por cada uno de estos pagos. En conclusión, si se reducen los tiempos de espera, se lograría que el camión realice mayor número de viajes por el mismo valor, teniendo en cuenta que se paga por días y es allí donde se logra ver el beneficio para la empresa.

## Conclusiones

La empresa MCT S.A.S. es una organización con gran prestigio en el sector de transporte y que cuenta con un portafolio de clientes entre los que se destacan grandes compañías que se encuentra en constante mejoramiento. Tras la realización de este proyecto y el adecuado cumplimiento de los objetivos propuestos para este, se determinó que existe la necesidad de realizar el estudio detallado de las operaciones y los tiempos empleados en estas; actualmente la empresa cuenta con un seguimiento general en el que no se contemplan las cargas que se mueven a través de la operación y el tiempo que estas requieren, a partir de esto se puede observar la necesidad de tener mayor control operativo.

La caracterización de los procesos mediante diagramas como mapas de procesos o el mapa de la cadena de valor permitió entre otras cosas, dar una visión del proceso realizado y las oportunidades de mejora para este. Luego del análisis de los tiempos observados se determinaron las necesidades de la empresa en materia de tiempos. Gracias a la naturaleza del proceso se establecieron tiempos estándar y aquellas operaciones que se encontraban por encima de este. Debido a la pandemia del Covid-19 se dificultó la realización de visitas a campo, por tal razón no se pudieron observar los distintos movimientos implicados en cada actividad de la operación y parte del análisis se realizó mediante supuestos

Lean Logistic es una filosofía que permite la identificación de aquellas actividades que añaden valor a un producto o proceso mediante la identificación de desperdicios. A través de la investigación se aplicaron aquellas herramientas que pudieran brindar beneficio según las necesidades de la empresa MCT. Mediante la realización del VSM o Value Stream Mapping se identificaron aquellas actividades como esperas en ingreso a muelle y esperas en muelle que no agregan valor. Otra herramienta usada para detectar las actividades que no generan valor resulta ser el sistema de identificación de mudas o también llamados desechos; aquellas actividades que no agregan valor al proceso realizado. Por medio de esta, se identificaron mudas en los procesos de cargue y descargue, así como una muda perteneciente a movimiento en el CEDI de MCT en Funza.

La validación de las hipótesis planteadas permitió concluir que el análisis Lean Logistic o filosofía Lean Logistic, por otro lado, permite además de la identificación de aquellas actividades que no generan valor al proceso que se lleva a cabo, un beneficio de carácter monetario al

minimizar o suprimir los costos causados por dichas actividades. Se determinó que al minimizar aquellas actividades de esperas que no están agregando valor al proceso final se generaría un aumento de productividad en 51,46% y 12% para el tramo uno y dos respectivamente, adicionalmente el beneficio para tramo uno sería del 33% y para el tramo dos del 2%.

Al analizar los datos suministrados se encuentra que presentan errores o inconsistencias de hasta 30% de la totalidad de los registros y por ello resulta de suma importancia que sean corregidos para el beneficio del proceso por tanto se concluye que mediante una capacitación breve se podría contrarrestar errores futuros y que convendrían al continuo análisis de los tiempos.

### **Recomendaciones**

Teniendo en cuenta que la técnica usada a lo largo del proyecto se fundamenta en datos históricos, se recomienda que los tiempos estándar establecidos sean provisionales dadas las condiciones actuales, más no sean los definitivos; puesto que si bien esta técnica brinda datos que pueden ser útiles para la mejora del proceso existen otras que se podrían adaptar mejor a la naturaleza del mismo. Por tanto, se recomienda el establecer tiempo estándar mediante otras técnicas que puedan significar una mayor aproximación a la optimización de las operaciones tales como el estudio de tiempos por cronómetro o el muestreo de trabajo que podrían proporcionar datos estándar más precisos.

Sin embargo, si la empresa desea continuar con la técnica fundamentada en datos históricos se sugiere realizar un análisis mediante la aplicación de cartas de control por variables. Este análisis mayormente usado en procesos de calidad permite entre otras cosas, el análisis de variables como el tiempo, peso y volumen; por consiguiente, representaría un análisis más sólido de datos históricos a futuro.



### Referencias

Angeles, M. (2017). Propuesta de una metodología de lean logistics para ser aplicada en los procesos de operadores logísticos en cadenas de suministros en Colombia. (Trabajo de grado, Universidad de la Sabana). Recuperado de: <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/31537/M%c3%b3nica%20Alejandra%20Angeles%20Gil%20%28Tesis%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ar, R. y Al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812027750>

Arenas, A. (junio 2012). Estandarización de tiempos de producción en la planta de tintas de preflex sa. (Tesis de pregrado). Recuperada de: <http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3157413/Proyecto+Final.pdf>

Ávila, B. (20 de marzo, 2015). ¿Qué es el modelo de la cadena de valor? Pr comunicación. Recuperado de: <https://agenciascomunicacion.com/prnoticias/que-es-el-modelo-de-la-cadena-de-valor/>

Castellanos, A. (2015). *Logística comercial internacional*. Barranquilla, Colombia: Editorial Universidad del Norte.

Contreras, R. (2017). Implementación de lean logistics para mejorar la productividad del área logística de la empresa ANTIUM S.A., Santiago de surco, 2017. (Trabajo de grado, universidad Cesar Vallejo). Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1422/Contreras\\_BRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1422/Contreras_BRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cruz, N y Lezcano, M. (2007). Estudio de Tiempos y Movimientos en el Centro de Distribución (CEDI) WAL-MART de Nicaragua en el período comprendido de 16 de noviembre de 2006 al 21 de febrero de 2007 (Seminario de Graduación, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua) Recuperado de: <http://repositorio.unan.edu.ni/5112/>

Departamento Nacional de Planeación. (2018). Encuesta Nacional Logística 2018. Recuperado de:

<https://onl.dnp.gov.co/es/Publicaciones/SiteAssets/Paginas/Forms/AllItems/Informe%20de%20resultados%20Encuesta%20Nacional%20Log%C3%ADstica%202018.pdf>

Dirección de Gestión Urbana y Movilidad. (2015). Logística en Bogotá-Región. Recuperado de: [https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/18536/Boletin\\_de\\_logistica.pdf?sequence=1](https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/18536/Boletin_de_logistica.pdf?sequence=1)

Dittmann, J. (2014). *Managing Risk in the Global Supply Chain*. Knoxville, USA: Ups Capital.

ESAN. (2016). ¿Qué es el mapa de procesos de la organización? Conexión ESAN. Recuperado de: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/10/que-es-el-mapa-de-procesos-de-la-organizacion/>

Equipo de redacción. (2019). ¿Qué es el método fifo y lifo en un almacén? España. Ractem, racking system. Recuperado de: <https://www.ractem.es/blog/metodo-fifo-lifo-almacen>

Fontalvo, T y Vergara, J. (2010). *La gestión de la calidad en los servicios ISO 9001:2008*. Málaga, España: Eumed-Universidad de Málaga

Gomez, A y Polanco, D. (2010). Estudio de métodos y tiempos para el mejoramiento de los procedimientos del centro de distribución nacional (CEDINAL) – unidad ambulatoria, en audifarma s.a. (Tesis de grado). Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2344/1/658542L864e.pdf>

Honorato, M. (2016). 6 problemas de distribución logística de productos [última milla]. Recuperado de: <https://www.beetrack.com/es/blog/logistica-de-distribucion/>

Isotools. (2017). Procesos estratégicos, procesos clave y procesos complementarios. Isotools Excellence. Recuperado de: <https://www.isotools.com.mx/procesos-estrategicos-procesos-clave-procesos-complementarios/>

Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada. Dialnet. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

MCT. (2020). MCT logística y transporte. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://www.mct.com.co/es>

Marco, J. (2015). Las claves del éxito del Lean Logistics. [Entrada de Blog]. Recuperado de: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/corporativo/prl/las-claves-del-exito-del-lean-logistics/>

Martínez Florez, L. R. (2009). Propuesta de mejoramiento de la operación del centro de distribución Sodimac, a través de la distribución en planta y el rediseño de los procesos operativos de recepción, almacenamiento, alistamiento y despacho (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana). Recuperada de: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis333.pdf>

Menéndez, G. (2014). Las 7 mudas: ¿Sabes cuáles son los 7 desperdicios de las empresas? Preven Control. Recuperado de: <https://prevencontrol.com/prevenblog/las-7-mudas/>

Namakforoosh, M. (2005). *Metodología de la investigación*. Balderas, México: Editorial Limusa S.A.

Ñaupas, H., Mejía E., Novoa, E. y Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación: cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

OBS. (s.f). ¿En qué consiste el método FEFO? Barcelona, España. OBS business school. Recuperado de: <https://obsbusiness.school/es/blog-investigacion/operaciones/en-que-consiste-el-metodo-fefo>

OIT. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra, Suiza: George Kanawaty.

Papanicolau, J y Moore, R. (2018). *Sistemas Dinámicos*. Lima, Perú. Recuperado de: <http://ctscafe.pe/ojs/ojs-3.1.0-1/index.php/Libroctscafe/issue/view/10/Sistemas>

Rivera, E. (2014). Estudio de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio de Salcajá. (Tesis de pregrado). Recuperada de: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/01/01/Rivera-Erick.pdf>

s.a. (2019). ¿Qué es Lean logistics? La estrategia hacia la eficiencia. [Entrada de Blog]. Recuperado de: <https://www.mecalux.es/blog/lean-logistics-que-es>

Salazar, B. (2019). Cálculo del tiempo estándar o tiempo tipo. Ingeniería Industrial Online.com. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/calculo-del-tiempo-estandar-o-tiempo-tipo/>

Sullivan, W., Wicks E. y Luxhoj J. (2004). *Ingeniería económica de Degarmo*. México: Pearson Educación.

## Anexos

**Anexo 1.** Entrevista responsable SGI, Caracterización de procesos. Elaboración propia.

<b>Entrevista para la caracterización de procesos</b>	
Entrevistado:	Responsable SGI
<b>¿Cuál es el tiempo promedio que trabaja un conductor en el día?</b>	
En promedio trabaja 11 horas	
<b>¿Con cuántos vehículos atiende la Polar su operación de distribución?</b>	
Es variable, actualmente el promedio está en 40 carros. Los días de mayor operación llegan a atenderse hasta 80 carros. Los días de más baja operación se reciben hasta 25 carros.	
<b>¿Quién realiza la operación de cargue de vehículos de la Polar para las diferentes rutas?</b>	
Cada conductor realiza el cargue de su vehículo.	
<b>¿Cuántos funcionarios de la Polar estan en el CEDI y que funciones cumplen?</b>	
Están dos funcionarios en el día, son los encargados de recibir los pedidos y coordinar los despachos con MCT, así como realizar los ajustes a los inventarios por las diferentes novedades. Y en la noche hay un facturador.	
<b>¿Cómo se maneja el servicio al cliente dentro de la empresa? (qué actividades de servicio al cliente o servicio post venta realiza MCT).</b>	
Específicamente para el servicio de almacenamiento el servicio al cliente lo maneja cada uno de los coordinadores de inventarios que tienen asignados un cierto número de clientes. Ellos reciben directamente las solicitudes y en caso de alguna novedad son los responsables de darles respuesta.	
<b>¿cómo se maneja el área de marketing y ventas? (qué beneficios ofrecen a los clientes, qué canales de información emplean en cuanto a marketing)</b>	
La mayoría de los clientes actuales son institucionales, es decir la gestión comercial la realizan los socios de la empresa. Los asesores comerciales pueden vincular clientes para el servicio de almacenamiento. Como beneficios se les ofrece servicios integrales con el transporte, el manejo del control de plagas, que proporciona directamente la empresa, y actualmente, que la empresa mantiene unos estándares importantes en temas de aseo y control de plagas que permiten el almacenamiento de alimentos y de dispositivos médicos, la bodega ha sido varias veces auditada por el INVIMA cumpliendo con los estándares solicitados por ellos.	
<b>¿cómo se manejan los acuerdos comerciales? (Cómo se realiza el proceso de venta de rack en el CEDI, cómo alguien llega a ser cliente de MCT)</b>	
Es una negociación directa con el asesor comercial, el valor de la posición de estiba varía de acuerdo a los servicios adicionales que requiera (almacenamiento simple, picking, maquila, etc. y al volumen mínimo pactado al mes). Normalmente el servicio de almacenamiento se ha ofrecido a los mismos clientes de transporte o por referidos de los mismos clientes. NO se manejan canales públicos para hacer publicidad, solamente la gestión particular de cada asesor comercial.	
<b>¿El personal empleado en el CEDI se contrata de manera directa o mediante intermediarios?</b>	

Todo el personal del CEDI es contratado directamente (coordinadores, operadores de montacarga y auxiliares logísticos). Cuando se requiere auxiliares de carga, se cuenta con una cuadrilla externa que ha sido verificada y autorizada para trabajar en el parque logístico.

Elaborado por:	Andrea Carolina Núñez López
	Laura Estefanía Gamba Casallas

**Anexo 2.** Encargado CEDI, Caracterización de procesos. Elaboración propia.

<b>Entrevista para la caracterización de procesos</b>	
Entrevistado:	Encargado CEDI
<b>¿Qué operaciones manejan con Polar?</b>	
Con polar se manejan 3 operaciones: Paletizados, Nacionales y UGC que es la operación nocturna.	
<b>¿Toda la carga es paletizada?</b>	
No, las de Nacionales y UGC llega en arrume negro.	
<b>¿Los camiones usados para UGC y Nacionales hacen parte de la flota propia de MCT?</b>	
No la operación de ellos es con terceros	
<b>¿qué tarifa se maneja para paletizados?</b>	
Para esa se maneja una tarifa de 417.000 pesos	
<b>¿Cuánto es el tiempo promedio para el cargue y descargue de mercancías paletizadas?</b>	
45 minutos	
<b>¿cómo se estableció ese promedio de min?</b>	
Esos 45 minutos es lo que se demora el montacarguista con los tiempos que marca el conductor en la App ese es el promedio.	
<b>¿Qué tipo de camión se usa para la operación paletizados?, cuántas toneladas soporta?</b>	
Son tractocamión la capacidad de esos vehículos es de 35 toneladas en solo producto con el peso del camión completo con el contenedor o las estacas es de 52 toneladas.	
Elaborado por:	Andrea Carolina Núñez López Laura Estefanía Gamba Casallas

**Anexo 3. Conductor. Elaboración propia.**

<b>Entrevista para la caracterización de procesos</b>	
Entrevistado:	Conductor
<b>¿Los vehículos son propiedad de MCT?</b>	
Sí son propiedad de MCT	
<b>¿Cuántos viajes se hacen aproximadamente en un día?</b>	
Se hacen aproximadamente 3 viajes	
<b>¿Al llegar a la planta está lista la mercancía para cargar? Es decir, al llegar a la planta inician el cargue en seguida?</b>	
A veces está listo y a veces no	
<b>¿El producto siempre está paletizado a la hora de llegar a la planta?</b>	
Sí, siempre esta paletizado	
<b>¿Cuántos pallets se cargan aproximadamente?</b>	
Más o menos 26-28-38 estibas	
<b>¿De qué tamaños son las estibas?</b>	
De 120x100	
<b>¿El peso de la carga es siempre el mismo?</b>	
No el peso sí es muy variable, a veces pueden ser 700 por estiba y a veces 1 tonelada	
Elaborado por:	Andrea Carolina Núñez López
	Laura Estefanía Gamba Casallas



## Anexo 4. Acuerdos de confidencialidad.

### ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Entre los suscritos a saber, por una parte, MCT S.A.S., y por la otra, Andrea Núñez L. mayor de edad, domiciliada en Bogotá, identificada como aparece al pie de su respectiva firma, se ha acordado celebrar el presente Acuerdo de Confidencialidad:

#### CONSIDERACIONES

1. La estudiante está interesada en realizar el trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Industrial utilizando información de MCT S.A.S.
2. Debido a la naturaleza del trabajo, se hace necesario que éstas manejen información confidencial durante la realización de éste proceso.

#### CLÁUSULAS

**PRIMERA. OBJETO.** El objeto del presente acuerdo es fijar los términos y condiciones bajo los cuales las partes mantendrán la confidencialidad de los datos e información intercambiados entre ellas, incluyendo información sobre procesos, clientes, empleados y cualquier información revelada sobre terceras personas.

**SEGUNDA. CONFIDENCIALIDAD.** Las partes acuerdan que cualquier información intercambiada, facilitada o creada entre ellas en el desarrollo del trabajo de grado será mantenida en estricta confidencialidad. La estudiante sólo podrá revelar información confidencial a quienes estén autorizados previamente por la parte de cuya información confidencial se trata.

**TERCERA. DURACION.** Este acuerdo regirá durante el tiempo que dure la realización del trabajo de grado.

**CUARTA. MODIFICACIÓN O TERMINACIÓN.** Este acuerdo solo podrá ser modificado o darse por terminado con el consentimiento expreso y por escrito de ambas partes.

Para constancia, y en señal de aceptación, se firma el presente acuerdo en 2 ejemplares, por las partes que en él han intervenido, en la ciudad de Bogotá D.C. a los nueve (9) días del mes de Marzo de Dos Mil Veinte (2020).

Andrea Núñez  
Firma  
Andrea Carolina Núñez López  
Nombre  
1233504114  
Documento de Identidad

\_\_\_\_\_  
Firma  
\_\_\_\_\_  
Nombre  
\_\_\_\_\_  
Documento de Identidad

**MCT LTDA.**

### ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD

Entre los suscritos a saber, por una parte MCT S.A.S. y por la otra, Laura Gamba C., mayor de edad, domiciliada en Bogotá, identificada como aparece al pie de su respectiva firma, se ha acordado celebrar el presente Acuerdo de Confidencialidad:

#### CONSIDERACIONES

1. La estudiante está interesada en realizar el trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Industrial utilizando información de MCT S.A.S .
2. Debido a la naturaleza del trabajo, se hace necesario que éstas manejen información confidencial durante la realización de éste proceso.

#### CLÁUSULAS


**PRIMERA. OBJETO.** El objeto del presente acuerdo es fijar los términos y condiciones bajo los cuales las partes mantendrán la confidencialidad de los datos e información intercambiados entre ellas, incluyendo información sobre procesos, clientes, empleados y cualquier información revelada sobre terceras personas.

**SEGUNDA. CONFIDENCIALIDAD.** Las partes acuerdan que cualquier información intercambiada, facilitada o creada entre ellas en el desarrollo del trabajo de grado será mantenida en estricta confidencialidad. La estudiante sólo podrá revelar información confidencial a quienes estén autorizados previamente por la parte de cuya información confidencial se trata.

**TERCERA. DURACION.** Este acuerdo regirá durante el tiempo que dure la realización del trabajo de grado.

**CUARTA. MODIFICACIÓN O TERMINACIÓN.** Este acuerdo solo podrá ser modificado o darse por terminado con el consentimiento expreso y por escrito de ambas partes.

Para constancia, y en señal de aceptación, se firma el presente acuerdo en 2 ejemplares, por las partes que en él han intervenido, en la ciudad de Bogotá D.C. a los nueve (9) días del mes de Marzo de Dos Mil veinte (2020).

  
 Firma  
Laura Estefanía Gamba Casallas  
 Nombre  
C.C. 1012464527  
 Documento de Identidad

\_\_\_\_\_  
 Firma  
 \_\_\_\_\_  
 Nombre  
 \_\_\_\_\_  
 Documento de Identidad  
 \_\_\_\_\_

**MCT LTDA.**