



## **UNIVERSIDAD DE CUENCA**

### **Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas**

Carrera de Administración de Empresas

**Caracterización y análisis de la cadena de suministro para la empresas de publicidad y servicios publicitarios caso “Señal X cía. Ltda.” durante el periodo 2017**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Comercial

Modalidad: “Proyecto de Investigación”

**Autor:**

Adrián Arturo Mejía Garcés  
C.I. 0105621080

**Director:**

Ing. Diego Mauricio Loyola Ochoa  
C.I. 0102157237

**Cuenca – Ecuador**

**30-07-2019**



## Resumen

La presente investigación, tiene como objetivo la determinación de costos logísticos y aplicación de un modelo matemático en la industria de productos publicitarios, mediante el análisis en los nodos de almacenamiento y distribución que forman parte de la cadena de suministros, en base a información obtenida en el año 2017

La investigación se aplica a una organización modelo del sector industrial llamada empresa “Señal X Cía. Ltda.” que dedica su actividad comercial a la producción y distribución de productos publicitarios.

La investigación se desarrolla mediante la caracterización de insumos necesarios para la fabricación y el establecimiento de costos logísticos, en donde se determina los valores que tienen mayor influencia siendo estos los costos de almacenamiento, inventarios y transporte, para posteriormente con la información obtenida plantear un modelo de optimización de costos bajo ciertas restricciones, estableciendo una cantidad óptima de pedido que se resuelve a través de los programas Solver y Lindo.

Al finalizar se realiza conclusiones dando respuesta a la pregunta de investigación y se plantea propuestas de mejora.

**Palabras Clave:** Cadena de suministro. Costos logísticos. Optimización. Transporte.



### Abstract

The objective of this research is to determine logistic costs and apply a mathematical model in the advertising products industry through the analysis in the storage and distribution nodes that are part of the supply chain, based on information obtained in the year 2017.

This research is applied to a model organization of the industrial sector called "Señal X Cía. Ltda." That dedicates its commercial activity to the production and distribution of advertising products.

The research is developed through the characterization of necessary inputs for manufacturing and the establishment of logistic costs, which determines the values that have the greatest influence, such as storage, inventory and transportation costs, and then with the information obtained to propose a model of optimization of costs under certain restrictions, establishing an optimal quantity of order that is solved through the Solver and Lindo programs.

At the end conclusions are made by answering the research question and proposals for improvement are given.

**Key Words:** Supply chain. Logistic costs. Optimization. Transport.



## Índice

RESUMEN .....	2
ABSTRACT.....	3
ÍNDICE.....	4
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE ANEXOS.....	7
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	8
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL .....	9
AGRADECIMIENTO.....	9
DEDICATORIA.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. EXPLICACIÓN DE LA PRINCIPAL PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	14
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO Y EL SECTOR .....	20
4.1 MISIÓN Y VISIÓN.....	20
a) Misión .....	20
b) Visión.....	21
4.2 OBJETIVOS INSTITUCIONALES.....	21
4.3 ORGANIZACIÓN .....	21
4.3.1 Departamento administrativo financiero.....	21
4.3.2 Departamento de producción .....	22
4.3.3 Departamento de Diseño .....	23
4.4 PRODUCTOS.....	23
4.5 SERVICIO DE INSTALACIÓN.....	25
4.6 FORTALEZA EMPRESARIAL .....	25
4.7 FLUJOGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO ORGANIZACIONAL.....	26
5. MARCO TEÓRICO .....	28
5.1 LOGÍSTICA.....	28



5.2 CADENA DE SUMINISTRO.....	29
5.2.1 Costos Logísticos .....	29
5.3 INVESTIGACIÓN OPERATIVA.....	30
5.4 PROGRAMACIÓN LINEAL .....	31
5.5 INVENTARIOS .....	31
6. METODOLOGÍA .....	32
6.1 COSTOS DIRECTOS:.....	33
6.1.1 Costos operacionales de almacenamiento .....	33
6.1.2 Costos operacionales de stock.....	36
6.2 COSTOS INDIRECTOS .....	38
6.3 COSTO DE TRANSPORTE EN LA DISTRIBUCIÓN. ....	39
6.3.1 Selección de los canales de Distribución .....	39
6.3.2 Costo de transporte.....	40
7) APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	43
7.1 COSTOS DIRECTOS .....	43
7.1.1 Costos operacional de almacenamiento .....	43
7.1.2 Costo operacional de stock.....	46
7.2 COSTOS INDIRECTOS. ....	50
7.3 COSTO DE TRANSPORTE EN LA DISTRIBUCIÓN.....	54
8. FORMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE CANTIDAD OPTIMA DE PEDIDO Y ALMACENAMIENTO.....	63
9. CONCLUSIONES .....	67
10. PROPUESTAS DE MEJORA .....	68
ANEXOS .....	69
BIBLIOGRAFIA.....	75



## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Composición Sectorial de la Economía Ecuatoriana (Participación en el PIB 2016).....	18
Gráfico 2. Principales Productos .....	24
Gráfico 3. Flujograma de la empresa “Señal X Cía. Ltda.” .....	27
Gráfico 4. Camión Hino 3.5 Toneladas .....	54
Gráfico 5. Solución en Lindo .....	66

## Índice De Tablas

Tabla 1. Gasto en publicidad de Medianas Empresas del Azuay, Guayas y Pichincha por Sector(2016) .....	12
Tabla 2. Índice Logístico para materia prima.....	43
Tabla 3. Costos MOD/mes .....	45
Tabla 4. Costos de infraestructura/mes .....	45
Tabla 5. Costo de maquinaria/mes .....	46
Tabla 6. Costo operacional de almacenamiento/mes.....	46
Tabla 7. Tiempos de almacenamiento aproximado por producto. ....	47
Tabla 8. Costos de acondicionamiento .....	48
Tabla 9. Costo de espacio. ....	49
Tabla 10. Costo de stock .....	50
Tabla 11. Total Costos directo.....	50
Tabla 12. Costo Indirecto/mes.....	52
Tabla 13. Costo total de almacenamiento.....	53
Tabla 14. Especificaciones Técnicas: Carga .....	54
Tabla 15. Especificaciones Técnicas: Motor .....	55
Tabla 16. Especificaciones Técnicas: Dimensiones .....	55
Tabla 17. Datos de Entrada.....	56
Tabla 18. Datos de Salida.....	57
Tabla 19. Viajes/mes .....	58
Tabla 20. Costos de Transporte del Camión ruta Cuenca-Guayaquil-Cuenca .....	59
Tabla 21. Ponderación de Costos .....	59
Tabla 22. Costo de transporte por <b>mt3</b> y km.....	61



Tabla 23. Costos utilizados por la empresa ..... 62  
Tabla 24. Cantidad óptima de pedido MP (Solver) ..... 64

**Índice de Anexos**

Anexo 1 ..... 69  
Anexo 2 ..... 70  
Anexo 3 ..... 71  
Anexo 4 ..... 74  
Anexo 5 ..... 74



### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Adrián Arturo Mejía Garcés, autor del Trabajo de titulación “Caracterización y análisis de la cadena de suministro para las empresas de publicidad y servicios publicitarios caso “Señal X cía. Ltda.” durante el periodo 2017” certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 30 de Julio del 2019

---

Adrián Arturo Mejía Garcés

C.I. 0105621080



---

Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio  
Institucional

---

Adrián Arturo Mejía Garcés, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de titulación "Caracterización y análisis de la cadena de suministro para las empresas de publicidad y servicios publicitarios caso "Señal X cía. Ltda." durante el periodo 2017", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGANICO DE LA ECONOMIA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Así mismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 30 de Julio del 2019

---

Adrián Arturo Mejía Garcés

C.I. 0105621080



## Agradecimiento

*Agradezco a Dios, por estar siempre conmigo guiándome en mi camino y brindándome sabiduría y fortaleza.*

*A mis padres y hermanos por darme su apoyo incondicional en todo momento, gracias a ellos soy quien soy, orgullosamente y con la cara muy en alto agradezco a Vicente Rubén Mejía y Ruth Marina Garcés que a través de su perseverancia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino.*

*A mi esposa, Gabriela Parra por apoyarme incondicionalmente en mi vida, que con su amor, paciencia y respaldo me ayuda alcanzar cada meta.*

*A mi tutor de tesis, el Ing. Diego Mauricio Loyola, una gran persona, quien con sus conocimientos y su trayectoria, ha logrado en mi culminar mis estudios con éxitos.*

*Al Ing. Edgar Ochoa, gerente de “Señal X Cía. Ltda.” por abrirme las puertas de su empresa para el desarrollo de la investigación.*



## Dedicatoria

*A Dios, por iluminarme en cada paso para concluir esta meta.*

*A mi hijo Joaquín, que con sus ocurrencias y su sonrisa es mi motivación y mi fortaleza para superarme cada día.*

*A mi esposa Gaby, por acompañarme durante toda mi carrera universitaria, apoyándome en cada momento.*

*A mis padres, quienes con esfuerzo y dedicación, han logrado en mi ser una persona de bien.*



## 1. Introducción

En las pequeñas y medianas empresas el almacenamiento y distribución de sus productos son factores determinantes para su desarrollo, motivo por el cual es importante que se apliquen técnicas y herramientas innovadoras, en las que se pueda obtener resultados positivos en la administración.

El presente trabajo de titulación se enfoca en la implementación de un modelo matemático, con la finalidad de optimizar costos en la cadena de suministros de la empresa “Señal X Cía. Ltda.” dedicada a la elaboración y comercialización de productos publicitarios en el año 2017.

Para la implementación del modelo la logística se considera como una actividad relevante, que comprende aquellas actividades asociadas con el movimiento de bienes desde el suministro de materia prima hasta el consumidor final, en la que los empresarios en los últimos años han considerado la importancia de los costos logísticos dentro de la cadena de suministro y que con una adecuada administración permitirá alcanzar un óptimo manejo de los recursos.

Para el desarrollo de un sistema que permita llevar un control eficiente en las diferentes áreas en la empresa “Señal X Cía. Ltda.” se realiza la propuesta de implementación del proyecto dividido en secciones que se detalla a continuación:

En primer lugar se detalla un apartado que explica la principal pregunta de investigación, a través de la contextualización de la problemática exponiendo los principales argumentos. Posteriormente se detalla el marco teórico que se utiliza en el desarrollo del proyecto, con la exposición del modelo metodológico. En la tercera sección se aplican las metodologías antes mencionadas, en donde nos da un punto de vista del entorno en el que se desarrolla la empresa. En la sección 4 se presentan los



resultados obtenidos para finalmente en la sección 5 detallar las conclusiones a las que se llegan con la investigación y las respectivas propuestas de mejora.



## 2. Explicación de la principal pregunta de investigación

Actualmente las empresas se desarrollan ágilmente, por lo que el desafío para el crecimiento institucional se torna complejo dado la necesidad de convertirse en organizaciones adaptables y flexibles frente a un cambio inesperado.

Los administradores tienen la responsabilidad de ejercer la toma de decisiones idóneas y oportunas, donde cualquier acción se ve reflejada en los resultados obtenidos.

La empresa “Señal X Cía. Ltda.” al ser una empresa en crecimiento se ve en la necesidad de implementar herramientas gerenciales modernas.

Según (González, Bermúdez, 2010) en las medianas empresas el 29.5% de los gerentes dijeron desconocer las herramientas y afirmó no tener tiempo para dedicarse a su implementación. Es interesante observar que a medida que aumenta el tamaño de la empresa, el porcentaje de respuesta que afirma que desconoce las herramientas disminuye, lo que podría indicar que para la toma de decisiones a medida que aumenta el tamaño de la empresa su conocimiento es mayor.

La toma de decisión se convierte en uno de los procesos más difíciles que una organización debe enfrentar, por lo que es necesario el desarrollo de herramientas que sirvan de instrumentos para el progreso empresarial. En cuanto la persona disponga de mayor cantidad de información de forma oportuna y posea el conocimiento y experiencia necesaria, además de capacidad de criterio, se desarrollará con éxito la administración de la organización.

Una de las herramientas utilizadas en actividades de operación son los modelos matemáticos, que reflejan una realidad compleja en donde se manifiesta una problemática que en base a hipótesis y recolección de información se establecen mecanismos que conducen a una posible solución y por ende a una correcta toma de decisión.



Ademas, los administradores de pequeñas y medianas empresas consideran como herramienta de planificación y control los indicadores de gestión logística en el transcurso de toma de decisiones.

Los indicadores de gestión logística permiten evaluar la eficiencia y eficacia de la organización, observar el cumplimiento de metas y objetivos trazados, identificar y tomar acciones sobre los problemas operativos que se presentan, medir el grado de competitividad de la empresa frente a sus competidores nacionales e internacionales y contar con una retroalimentación que facilite el mejoramiento general de la cadena de suministro.(Ortiz, Valdés, Arias, 2013)

En la cadena de valor no es suficiente con establecer los costos incurridos en las diferentes áreas operativas, sino se debe emplear la información obtenida para la optimización de los recursos, utilizando la mínima capacidad inactiva en tareas que representen mayor valor o por el contrario eliminarlas de la organización.

(Ballou, 2004) hace un aporte significativo a la importancia de los costos logísticos, mencionando que la logística y la cadena de suministros son base fundamental en la estrategia de una empresa, ya que al administrarlas adecuadamente se reducen costos.

Según el BID los costos logísticos en América Latina oscilan entre el 18% y 35% del valor final de los productos, por lo que uno de los factores de su incremento es la deficiente infraestructura en transporte, reduciendo así la competitividad del sector.

(Coronel, 2017) basado en un estudio realizado en Azuay - Ecuador, menciona que existen Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) que cuentan con estructuras organizacionales sumamente débiles, y carecen de herramientas que contribuyen a la toma de decisiones. No consideran los rubros que conforman los costos logísticos, ya sea por desconocimiento o por la presunta dificultad de su manejo, limitando sus costos tan solo al valor de adquisición del producto, al que posteriormente le adicionan un porcentaje de



rentabilidad y se continúa realizando la actividad de esta manera. Entre los principales costos logísticos que se omiten en este sector están los relacionados a transporte, mano de obra, costos indirectos, almacenamiento, entre otros.

Cuando las organizaciones no cuentan con una adecuada estructurada de costos presentan problemas en la toma de decisiones, y por ende, se ve afectada no sólo la corporación, sino otros eslabones de la cadena de suministro. Una buena determinación de los costos para la toma de decisiones de las empresas, contribuye a mejorar su contribución marginal (volumen y rendimiento de ventas). Un ejemplo es la determinación del costo generado por las distancias recorridas en la distribución de un bien o servicio, así como los costos asociados a la ubicación de los centros de distribución para la gestión del costo de servicio. (Echeverría, 2017)

Otro de los aspectos importantes para las empresas en general independientemente del sector al que pertenecen, es la gestión publicitaria que realizan, ya que a través de esta promocionan el bien o servicio que ofertan.

Para la Superintendencia de Compañías en el año 2016 en el Ecuador el 65% de empresas que comprenden la fabricación de productos y servicios publicitarios dentro de la industria manufacturera, se encuentran en las provincias de Pichincha, Guayas, y Azuay.



**Tabla 1. Gasto en publicidad de Medianas Empresas del Azuay, Guayas y Pichincha por Sector(2016)**

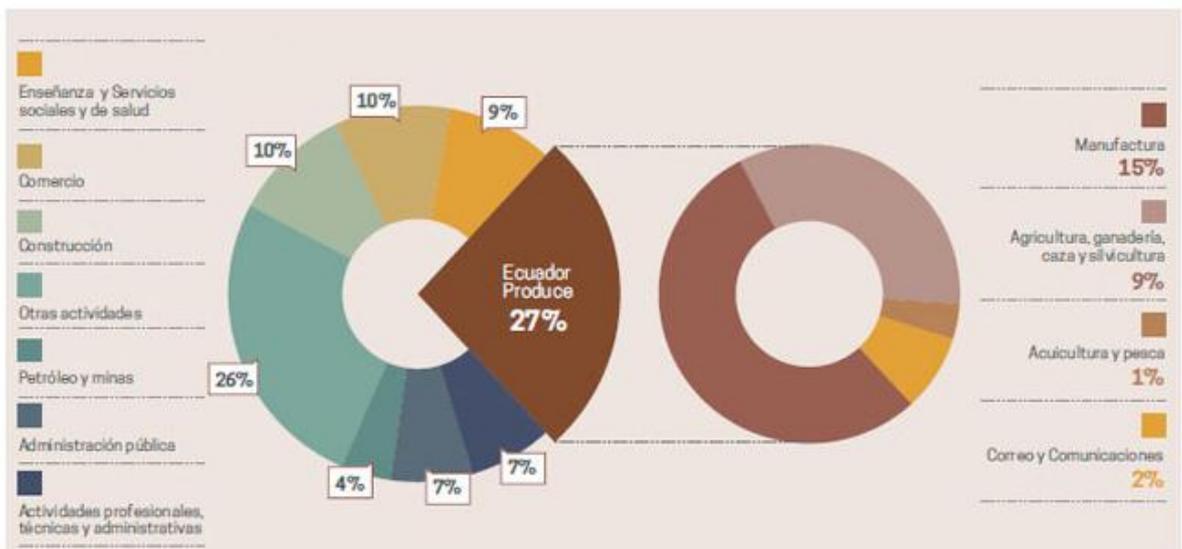
SECTOR	TOTAL DE VENTAS	TOTAL DE GASTO DE PUBLICIDAD
➤ Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	\$98'818.570	\$837.028
➤ Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social.	\$128'739.490	\$389.772
➤ Actividades inmobiliarias.	\$128'236.236	\$1'137.099
➤ Actividades profesionales, y técnicas	\$321'740.118	\$6'108.297
➤ Agricultura, ganaderia,silvicultura y pesca	\$ 526'949.003	\$250.256
➤ Comercio al por mayor y menor; reparación de vehículos automores y motocicletas	\$2.160'955.593	\$11'661.466
➤ Construcción	\$321'893.390	\$292.472
➤ Industrias manufactureras	\$572'782.166	\$3'410.424
➤ Otras actividades de servicios	\$ 54'780.740	\$281.633
➤ Transporte y almacenamiento	\$294'650.992	\$484.525
<b>Total USD (US\$)</b>	<b>\$4.609'546.302</b>	<b>\$24'852.976</b>

*Fuente: Servicio de Rentas Internas*

*Elaborado por: El Autor*

En la tabla 1 se observa que el gasto en publicidad en el año 2016 de las medianas empresas representa un valor de \$24'852.976. Por lo que se evidencia que en todas las actividades que se desarrolla comercio y que impulsan la economía, es una necesidad el uso de canales publicitarios.

Además, en la Revista Ekos de septiembre de 2017 menciona que si se realiza un análisis de la estructura del Producto Interno Bruto (PIB) de la economía ecuatoriana es posible observar algunos cambios en su composición en la última década, en donde la manufactura es el sector de mayor peso en lo que a valor agregado se refiere representando un 15% de la composición sectorial. (Ekos, 2017)



**Gráfico 1. Composición Sectorial de la Economía Ecuatoriana (Participación en el PIB 2016)**

*Fuente: Revista Ekos, Publicación abril 2017*

*Elaborado por: El Autor*

Este proyecto nos da la oportunidad de plantear propuestas factibles de aplicación, con la situación real del sector, y adaptarla al caso de estudio de la empresa “Señal X



Cía. Ltda.” aportando métodos y herramientas que ayudan al proceso de gestión y toma de decisión.

**Para el presente tema de investigación, se plantearon las siguientes hipótesis:**

- Los costos y cantidades óptimas de pedido de la empresa “Señal X Cía. Ltda.” presentan falencias en su administración.
- La optimización de costos en la cadena de suministro de la empresa “Señal X Cía. Ltda.” se ve afectada por la falta de aplicación de modelos matemáticos.
- Se pueden aplicar modelos matemáticos de programación lineal para optimizar cantidades en la cadena de suministro.

Analizando los antecedentes en este documento la pregunta de investigación se plantea de la siguiente manera; ¿Cómo realizar la optimización de cantidades de pedido y costos de distribución de la empresa “Señal X Cía. Ltda.” mediante la caracterización de los productos, en el año 2017?

### **3. Objetivos de la Investigación.**

#### **3.1 Objetivo General.**

Caracterizar y analizar los costos de almacenamiento y distribución de la empresa “Señal X Cía. Ltda” en base al año 2017, aplicando modelos matemáticos que permitan la optimización de costos y cantidades de pedido dentro de la cadena de suministro.

#### **3.2 Objetivos específicos.**

- Realizar un análisis de la composición de los costos de almacenamiento y distribución en los nodos de la cadena logística.
- Aplicar modelos matemáticos para determinar cantidades óptimas de pedido y almacenamiento que permitan optimizar costos.



- Aplicar diferentes software, para resolver los problemas relacionados con el almacenamiento.
- Realizar recomendaciones y propuestas de mejora, a los administradores.

#### **4. Descripción del objeto de estudio y el sector**

“Señal X Cía. Ltda.” inicia sus actividades en 1998 en el garaje de la casa de sus propietarios con un solo empleado, a través de los años fue creciendo y respondiendo a los requerimientos de sus clientes, con locales más amplios, remodelaciones y nuevos productos, implementación de nuevas áreas de trabajo, apertura de sucursales en ciudades principales, pero sobre todo la visión y entrega de su gente consolidaron a esta empresa como líder del Austro del país.

Hoy en día presta los servicios publicitarios con una flota de vehículos mas un equipo especializado en instalaciones publicitarias, la empresa garantiza cobertura de instalación a nivel nacional, que incluye levantamiento de espacios, proceso de simulación de artes, instalación del producto y reporte fotográfico final para constancia y archivo del cliente. Tiene su matriz en el parque industrial de Cuenca. (Parra & Bernal, 2015)

#### **4.1 Misión y Visión**

##### **a) Misión**

Crear, promover y cuidar la imagen publicitaria de los clientes a través de la permanente innovación y desarrollo de productos y servicios de reconocida calidad; valorar y desarrollar el talento humano (Señal X Cía. Ltda.)



## b) Visión

Ser líder en la comercialización de imagen publicitaria participando activamente en el mercado nacional, gracias a la calidad de los productos y servicios, a su gestión transparente y profesionalismo de su recurso humano; buscando siempre ser el principal socio estratégico del cliente (Señal X Cía. Ltda.)

## 4.2 Objetivos Institucionales

- Incrementar la participación de mercado nacional en un 10% anual
- Contar con personal cordial, competente y confiable
- Cumplir con los requisitos de nuestros clientes
- Optimizar recursos en cada proceso
- Buscar nuevas tecnologías en el mercado nacional e internacional para incrementar la satisfacción de nuestros clientes
- Controlar y mejorar la calidad de la producción

Actualmente la empresa “Señal X Cía. Ltda.” se encuentra bajo el mando del Ing. Edgar Ochoa, la empresa debido a su actividad cuenta con una estructura lineal dividida por departamentos de acuerdo a su área administrativa y de producción; en el grafico 3 se detalla el flujograma del funcionamiento organizacional por departamentos de la empresa que se presenta posteriormente.

## 4.3 Organización

### 4.3.1 Departamento administrativo financiero

- **Facturación:** se encarga de facturar todos los trabajos que se entreguen a los clientes.
- **Compras:** realiza todas las adquisiciones necesarias para la empresa.



- **Contabilidad:** maneja la contabilidad de la empresa adecuadamente
- **Sistemas:** se encarga de dar soporte técnico al sistema de ventas, contabilidad y producción.
- **Ventas:** comercializa los diferentes productos con los clientes, entregando las cotizaciones y cuenta con un grupo de vendedores y cotizadores.
- **Diseño:** elabora los diseños de los productos de acuerdo a lo solicitado por el cliente.

#### 4.3.2 Departamento de producción

- **Impresiones:** impresión en lona, canas, tela, bases rígidas, madera, sintra, vidrio y material pop.
- **Metalmecánica:** realizan las estructuras para avisos luminosos, avisos flex, y cualquier tipo de estructura para construcción de letreros grandes, tótems, etc.
- **Corte:** efectúan cortes de las bases o materiales rígidos como madera, sintra, acrílicos, alucubond, caucho, y vinilesploteados de acuerdo a los diseños aprobados por el cliente.
- **Pintura:** pintan los trabajos, las bases, o letras individuales de acuerdo a los diseños enviados, o los exhibidores en madera.
- **Ensamble:** arman estructuras con las lonas y publicidad adicional de acuerdo al diseño.
- **Terminados:** este departamento se encarga de dar los acabados a los trabajos, refileados, o corte; se colocan ojalillos y se empaca el producto.
- **Carpintería:** construyen exhibidores en madera y regletas.
- **Despachos:** en este departamento se almacenan los trabajos terminados de producción, se despacha a instalaciones o se entregan al cliente.



- **Let-r-edge:** elaboran letras individuales luminosas con tool 0.70mm, acrílico, vinil y leds.

#### **4.3.3 Departamento de diseño**

El equipo está capacitado en la aplicación de publicidad exterior e interior, desarrollo de proyectos, diseño y aplicación del material adecuado en cada uno de los productos personalizados solicitados por los clientes, guardando siempre el código de ética y profesionalismo en cada una de las actividades.

#### **4.4 Productos**

“Señal X Cía. Ltda.” cuenta con un catálogo en el que se ofrece una amplia gama de diseños y formatos según las necesidades del cliente, elaborados en materiales variados e innovadores, a continuación se presenta algunos de los productos mas importantes que comercializa la empresa:

**Vallas:**

- Las estructuras están elaboradas en hierro rolado con sistema de pintura al horno anticorrosivo de alta calidad, en las pantallas de 8.00\*4.00 mts. Se colocan impresiones nítidas en lona, resistentes a la intemperie mediante protección UV

**Rótulos:**

- Avisos construidos con estructuras internas tratadas con anticorrosivo y pintura al horno, impresiones de calidad fotográfica. Bases decorativas en acrílico transparente y blanco con pernos de acero decorativos.

**Rótulos luminosos:**

- Cajas con luz interior mediante lámparas y/o módulos led, pantallas con impresiones en lona translúcida (panaflex). Letras corporativas leter edge con acabados en aluminio o acero inoxidable.
- **Branding vehicular:**
- Se instala vinilos de la mejor calidad, con garantía de adherencia. Viniles especiales, decorativos y publicitarios para sus vehículos.

**Material P.O.P:**

- Diversos productos, adaptados específicamente para cada tipo de cliente y público objetivo: dummies, Stand Publicitario, Habladores y Trofeos.

**Señalética interior:**

Una amplia gama de diseños y formatos elaborados en los sustratos más variados e innovadores del mercado, que cumplen la función de guiar y orientar a las personas. Señalización interna

**Decoline:**

Decoraciones hechas a la medida, artículos y cuadros personalizados, viniles de pared para ambientes diversos, lámparas, biombos divisores, etc.

**Displays:**

productos son portátiles, fáciles de armar, diversos en tamaños y formas para ajustarse a las necesidades de cada cliente: Línea en Bamboo, Plástico, y Aluminio.

**Gráfico 2.Principales Productos**

*Fuente: (Señal X Cía. Ltda.)*

*Elaborado por: el autor*



#### **4.5 Servicio de Instalación**

Las instalaciones a nivel nacional constituyen un rubro importante para la empresa, debido a la planificación, organización, coordinación, ejecución y control permanente de las mismas, proceso que es indispensable para alcanzar los objetivos planteados en cada proyecto, lo cual permite ofrecer a los clientes el compromiso de cumplimiento efectivo a nivel nacional e incluso internacional.

#### **4.6 Fortaleza empresarial**

“Señal X Cía. Ltda.” cuyas prácticas de negocio busca ser consistentes con su código de ética, gestión transparente y el profesionalismo de su talento humano, para considerarse así ser siempre el principal socio de sus clientes, también desarrolla estrategias que generan una ventaja competitiva dentro de su industria. A continuación se detallan algunas de ellas.

➤ **Atención al cliente**

La excelencia en la atención al cliente, y su satisfacción es un compromiso de la empresa. Además de un equipo de trabajo comprometido y con experiencia en cada una de las áreas, tanto en el ámbito comercial, productivo y postventa, enfocados a brindar un servicio ágil y efectivo.

➤ **Infraestructura**

“Señal X Cía. Ltda.” cuenta con instalaciones cubiertas para los procesos de fabricación, metalmecánica e impresión, así como con una extensa bodega para almacenaje de materiales.



➤ **Tecnología**

Constantemente se invierte en maquinaria de vanguardia para impresión, rotulación y corte de materiales, lo cual permite ofrecer un producto de calidad combinando alta resolución, resistencia de materiales, optimización de materia prima y entrega oportuna.

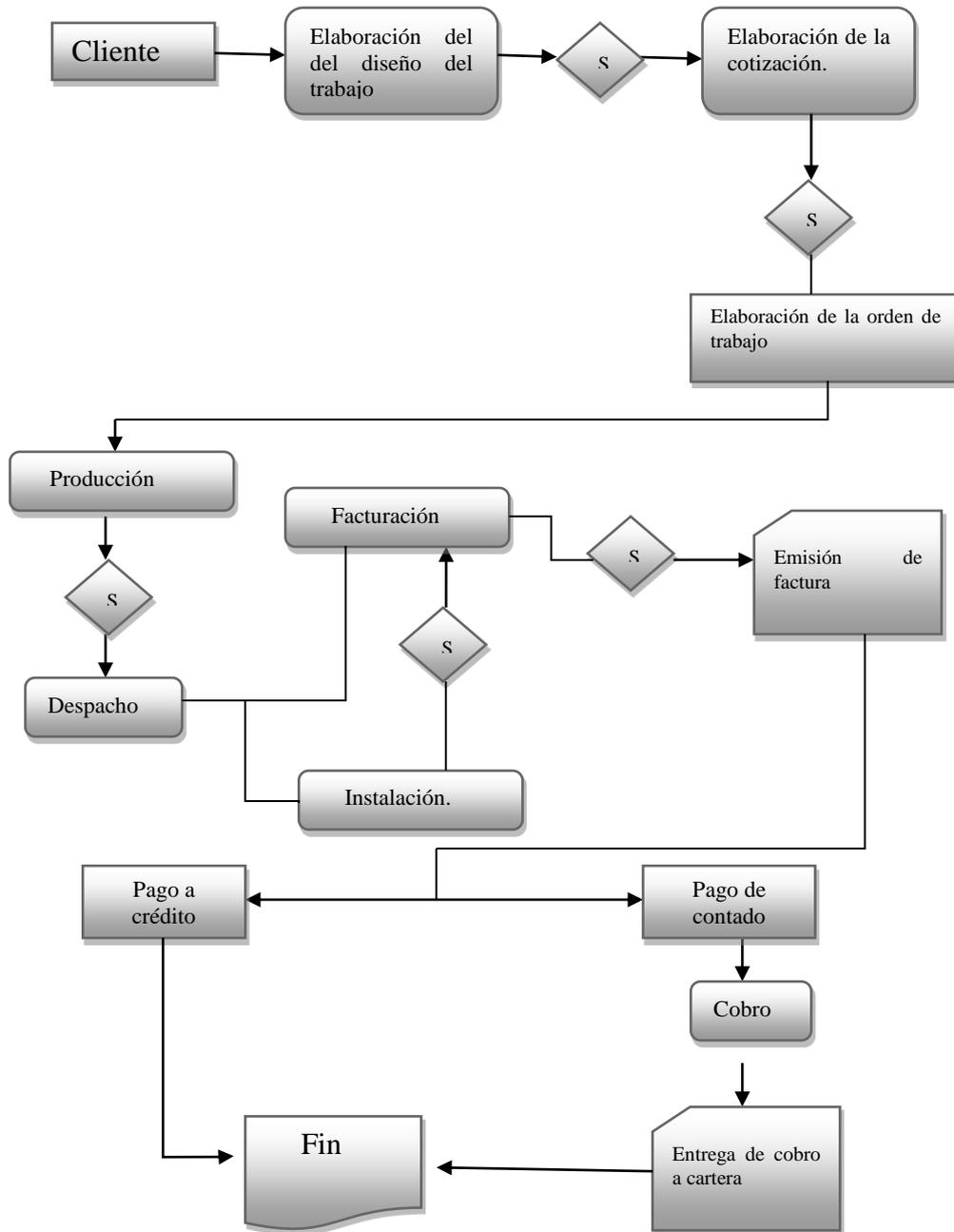
➤ **Servicios post venta**

El propósito institucional es crear relaciones a largo plazo, por lo que el servicio llega más allá de la instalación o entrega del producto terminado, ofreciendo proyectos personalizados considerando las necesidades del cliente.

Este servicio es de alto beneficio para los clientes, ya sea del sector público o privado, que tienen bajo su responsabilidad la implementación de diversos productos, materiales, remodelaciones y nueva imagen publicitaria en negocios e instituciones cuyos puntos de venta, agencias o locales son bastante numerosos y con diferentes características a nivel nacional.

#### **4.7 Flujograma del funcionamiento organizacional**

Para una muestra visual del proceso antes mencionado, desde la petición del producto hasta su adquisición se presenta el flujograma de la empresa, representando gráficamente situaciones, movimientos, relaciones e indicando los diferentes departamentos por los que atraviesa el producto.



**Gráfico 3. Flujograma de la empresa “Señal X Cía. Ltda.”**

**Fuente: (Señal X Cía. Ltda.)**

**Elaborado por: el autor**



## **5. Marco teórico**

En el marco teórico es necesario considerar algunos de los conceptos relevantes en la investigación para la posterior comprensión en la aplicación del proyecto.

### **5.1 Logística**

La logística es definida, por el Consejo de Profesionales de Gestión de la Cadena de Suministro CSCMP, por sus siglas en inglés (Council of Supply Chain Management Professionals, 2015) como la parte del proceso de la cadena de suministro, que planea, implementa y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo, atendiendo los requerimientos del cliente, esto significa disponer de las cosas correctas, en el lugar correcto y en el momento correcto. (Logistics World, 2015)

El proceso de transformación del producto, desde materia prima hasta el consumidor final, es uno de los procesos fundamentales para el comercio, que son actividades que conforman un sistema que es el enlace entre la producción y los mercados que están separados por el tiempo y la distancia. La logística empresarial por medio de la administración y de la cadena de suministro, cubre la gestión y la planificación de actividades de los departamentos de compras, producción, transporte, almacenaje, mantenimiento y distribución.(Ballou, 2004)

Según (Mathur & Solow, 1996) la logística tiene como objetivo la satisfacción de la demanda en las mejores condiciones de servicio, costo y calidad, añade (Ballou, 2004) que esta se encarga de la gestión de los medios necesarios para alcanzar este objetivo (superficies, medios de transportes, informática) y moviliza tanto los recursos humanos como los financieros que sean adecuados.



## 5.2 Cadena de Suministro

Es aquel proceso que abarca la planificación y gestión de todas las actividades relacionadas con el abastecimiento y la adquisición, transformación y todas las actividades de gestión logística (Ballou , 2006). Es importante destacar que también se incluye la coordinación y colaboración con los miembros de la cadena, que pueden ser proveedores, intermediarios, proveedores de servicios y clientes. En definitiva, el objetivo de la cadena de suministro integra la gestión de la oferta y la demanda de los productos, dentro y entre las empresas. (Council of Supply Chain Management Professionals, 2015)

Para una adecuada administración de la cadena de suministro es necesario la optimización de costos logísticos.

### 5.2.1 Costos Logísticos

Costos en que incurre la organización para garantizar un determinado nivel de servicio a sus clientes y proveedores (Ballou, 2004), además este propone la siguiente clasificación: costos de distribución, costos de suministro físico, y costos de servicio al cliente.

#### ➤ **Costos de distribución**

Son costos que tienen que ver con: costo de transporte de productos terminados, inventario de productos terminados, costo de procesamiento de pedidos y costos de administración, y gastos generales asociados a la distribución. (Estrada, Restrepo, & Ballesteros, 2010)

#### ➤ **Costos de suministro físico**

Son costos que tienen que ver con: transporte de bienes de suministro o insumos, costo de inventarios de bienes de suministro o insumos, costo de procesamiento de



pedidos de los insumos, costo de almacenamiento, costo de administración y gastos generales asociados a los costos de suministro. (Estrada, Restrepo, & Ballesteros, 2010)

➤ **Costos de servicio al cliente**

Su cálculo no es fácil y debe determinarse una medida o base del servicio logístico para poder hacer la comparación, como por ejemplo la medición del servicio de distribución en función del porcentaje de entregas desde el almacén en un día, establecer el porcentaje promedio de inventario, número y porcentaje de pedidos atrasados, tiempo total del ciclo de pedidos para el procesamiento normal y para pedidos atrasado, entre otros. (Ballou, 2004)

➤ **Costos directos**

Son aquellos gastos generados por la empresa que tienen relación directa con el almacenamiento y manipulación del artículo, este tipo de gastos afectan de manera inmediata al precio final del producto

➤ **Costos indirectos**

Son los costos que tienen relación con todo el funcionamiento de la organización, pero no se puede aplicar a un artículo en específico, es decir sueldos y salarios de empleados que no tienen relación directa con el producto final, equipos y sistemas, y gastos administrativos.

### **5.3 Investigación Operativa**

La investigación de operaciones, conocida también como teoría de la toma de decisiones o programación matemática (I.O.) es una disciplina moderna que consiste en el uso de modelos matemáticos, estadística y algoritmos con objeto de realizar un



proceso de toma de decisiones, mediante métodos analíticos como la Programación Lineal. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

#### **5.4 Programación Lineal**

La programación lineal es el campo de la optimización matemática dedicado a optimizar una función lineal, denominada función objetivo, (Krajewski, Ritzman, Malhotra, 2008)

#### **5.5 Inventarios**

Los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa.(Chase, Jacobs, & Aquilano, 2008)



## **6. Metodología**

Para el desarrollo de la investigación y obtención de información se elabora encuestas y entrevistas a miembros de la empresa, así como también se realiza consultas en libros sobre administración de operaciones, logística, y artículos científicos relacionados con el tema.

### **Tipo de investigación**

La investigación utilizará una metodología de carácter mixto (cuantitativa y cualitativa) donde se busca diagnosticar la situación actual de los centros de distribución y almacenamiento, los métodos y técnicas a ser empleados corresponden a estadística descriptiva y simulación de escenarios en base a la cual pueda aplicarse modelos matemáticos para optimizar la cadena de suministro.

### **Población**

La población la compone la empresa “Señal X Cía. Ltda.” con sus productos en los nodos de abastecimiento y distribución, para lo que se utilizará modelos matemáticos, que permitan la determinación de una cantidad óptima.

### **Tratamiento de la información**

Para el estudio se utilizará herramientas de programación lineal para el análisis y evaluación de datos, que permitirán obtener datos que explican el comportamiento del abastecimiento de productos. La presentación de este estudio se realizará en formatos de Word y Excel. Para correr los modelos matemáticos utilizaremos programas como Solver y Lindo.

A continuación se presenta la forma en la cual se obtiene el costo de almacenamiento que es la sumatoria de costos directos (costo operacional de almacenamiento y costo de stock) y costos indirectos (gastos administrativos, gastos de equipos y sistemas, y mano de obra indirecta).



Además, se realiza el cálculo del costo de transporte en la distribución de productos terminados.

### 6.1 Costos directos:

Para el cálculo de los costos directos se debe establecer el costo operacional de almacenamiento y el costo de stock.

#### Fórmula 1. Costos Directos

$$CD = COA + C.STOCK$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013)

#### 6.1.1 Costos operacionales de almacenamiento

Para obtener los costos operacionales de almacenamiento se debe determinar el índice logístico de cada uno de los productos, para posteriormente prorratear según peso y volumen los valores de mano de obra directa, maquinaria e infraestructura.

#### Fórmula 2. Costo Operacional de Almacenamiento

$$COA = ind.log (C.MOD + C.MAQ + C.INF)$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013)

#### ➤ Índice logístico de un producto

El índice logístico es aquel valor que permitirá el reparto del costo de almacenamiento a cada producto, permitiendo así distribuir el costo según el peso y el volumen, a continuación se muestra la fórmula para el cálculo respectivo (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013):

#### Fórmula 3. Índice logístico de un producto

$$I_{log\ i} = \alpha * I_{vol\ i} + \beta * I_{pes\ i}$$



Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013)

- $\alpha$  = porcentaje de importancia para almacenamiento del artículo  $i$  según volumen
- $\beta$  = porcentaje de importancia para almacenamiento del artículo  $i$  según peso
- $I_{vol_i}$  = *índice de volumen del artículo  $i$*
- $I_{pes_i}$  = *índice de peso del artículo  $i$*

En donde:

- $\alpha + \beta = 1$
- $I_{vol_i}$ : Es el índice del volumen del artículo  $i$  objeto de estudio, calculado de la siguiente manera.

#### Fórmula 4. Índice de volumen

$$I_{vol_i} = \frac{Vol_{art_i}}{\sum_{i=1}^n Vol_{art_i}}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013)

Es decir, el volumen del artículo  $i$  para la sumatoria del volumen de los artículos posibles.

- $I_{pes_i}$ : Es el índice de peso del artículo  $i$  objeto de estudio, calculado de la siguiente manera:

#### Fórmula 5. Índice de peso

$$I_{pes_i} = \frac{Pes_{art_i}}{\sum_{i=1}^n Pes_{art_i}}$$

Fuente: (Lamban, Royo, Valencia, & Berges, 2013)

Es decir, el peso del artículo  $i$  para la sumatoria del peso de los artículos posibles

En cuanto a los factores Alfa ( $\alpha$ ) para volumen y Beta ( $\beta$ ) para el peso, se deberá asignar un valor entre 0 y 1, estos valores serán asignados según la importancia tanto al peso como al volumen del producto y la suma de ello será igual a 1.



Seguidamente la remuneración de los empleados se divide para la sumatoria de los índices de manipulación de todos los productos, obteniendo el costo de manipulación de todos los productos con los que está involucrado el empleado.

- a) **Mano de obra:** El valor de la mano obra directa se obtiene de la sumatoria de los sueldos de los empleados que tienen relación directa con el almacenamiento de materiales (estibador y montacarguista) y multiplicado por el porcentaje de productos seleccionados.

Finalmente, para obtener el costo de mano de obra por producto se multiplica el resultado anterior por cada índice logístico, tal como se observa en la fórmula 6.

#### Fórmula 6. Costo total mano de obra.

$$CostodeMOD = \sum_{j=1}^n .Sueldotrabajador\_j * Ind.logproductoj$$

Fuente: Lamban et al. Modelo para el cálculo del Costo de almacenamiento de un producto. Dyna. 2013

- b) **Maquinaria:** Para obtener el costo de maquinaria se proratea los costos de depreciación de la maquinaria utilizada para el almacenamiento con el respectivo índice logístico de cada producto.

#### Fórmula 7. Costo maquinaria.

$$Costomaquinariaprod\_j = (Costototalmaquinaria * Ind.logprod\_j)$$

Fuente: Lamban et al. Modelo para el cálculo del costode almacenamiento de un producto. Dyna. 2013

- c) **Infraestructura:** Este valor se obtiene por medio de la depreciación del edificio en el cual funciona el centro de almacenamiento, ya sea mensual o anual, de igual manera se proratea cada producto por su respectivo índice



logístico. En la presente investigación se toma como costo de infraestructura el valor de arriendo del centro de almacenamiento.

### **Fórmula 8. Costo infraestructura**

$$C_{infraestructura\ apro\ j} = (Costo\ de\ depreciación\ edificio * Ind.\ log\ prod.\ j)$$

*Fuente: Lamban et al. Modelo para el cálculo del Costo de almacenamiento de un producto. Dyna. 2013*

### **6.1.2 Costos operacionales de stock**

Para determinar el costo de inventario es necesario conocer el costo de compra, el número de días de almacenamiento, y por último el costo de espacio por producto, precisando que el número de días de almacenamiento es el número de días que el producto permanece en bodega.

Expresado así en la fórmula 9 presentada a continuación:

### **Fórmula 9. Costo inventario.**

$$C_{stock} = C_{produc} + (C_{esp.pro} * dias\ de\ almacenamiento)$$

*Fuente: Lamban et al. Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto. Dyna. 2013*

La tesis doctoral de (Lamban, Royo, Valencia, Berges, &Galar, 2013), no permite el uso del índice logístico en el bloque del costo operacional de stock, para ello es necesario implementar un nuevo índice de almacenamiento del costo, basado en número de piezas manipuladas.

**Índice de almacenamiento aproximado.** Para establecer este índice es necesario determinar la relación entre, el índice de tiempo utilizado para la manipulación de cada producto por jornada laboral, y el número de veces que es manipulado en promedio el producto por día.



### Fórmula 10. Índice de almacenamiento aproximado

$$I_{almac_{aprox}} = \frac{I_{manipulación}}{Num_{Manipulaciones}}$$

Fuente: Lamban et al. Modelo para el cálculo del costode almacenamiento de un producto. Dyna. 2013

**Costo de espacio del producto.** Para determinar el costo de espacio ocupado por producto, específicamente en la zona de almacenamiento, es necesario la sumatoria de: el costo de terreno, el costo de acondicionamiento, el costo de mantenimiento del espacio, los costos de seguros, multiplicado por el costo del espacio, que es la relación entre el volumen ocupado por producto y el volumen total de la nave. Quedando así:

### Fórmula 11. Costo espacio del producto.

$$C_{espprod} = (C_{terreno} + C_{acondic} + C_{mantenimiento} + C_{seguros}) * Vol.almac / Vol.nave$$

Fuente: Lamban et al. Modelo para el cálculo del costo de almacenamiento de un producto. Dyna. 2013.

- **Costo del terreno:** Este costo no es considerado en la presente investigación, ya que la empresa “Señal X Cía. Ltda.” no cuenta con un terreno propio.
- **Costo de acondicionamiento:** Este costo comprende todos costos incurridos por la empresa para que el producto permanezca con calidad mientras es almacenado.
- **Costo de mantenimiento:** Son los costos necesarios para que el centro de distribución funcione, aquí se encuentran costos como; la reparación y mantenimiento del edificio o construcción, reparación y mantenimiento de equipos diversos, servicio de limpieza, servicio de vigilancia e implementos de seguridad.



- **Costo de seguro:** Es el costo en el que incurre la empresa para prevenir las consecuencias económicas de siniestros que pueden suceder dentro del centro de distribución.
- **Espacio ocupado:** Es un porcentaje de espacio asignado a cada producto, con el cual los costos de almacenamiento permiten ser equitativos, esto se obtiene dividiendo el volumen de cada producto para el volumen total de la zona de almacenamiento.

## 6.2 Costos Indirectos

Al igual que en los costos operacionales de stock, este bloque no permite el uso del índice logístico en los costos indirectos, por lo que se debe implementar el índice de almacenamiento del costo basado en el porcentaje de manipulación del artículo. Para el cálculo de costos indirectos de los productos se considera el total del costo de mano de obra indirecta, equipos y sistemas, y gastos administrativos prorrateados por el porcentaje de manipulación del artículo.

El departamento de contabilidad determina un porcentaje del 5% de costos que se incurren en costos indirectos, en las áreas de almacenamiento y distribución.

### Fórmula 12. Costos Indirectos.

$$CI = I_{manipulación}(MOI + Eq. y Sis. + GA)$$

*Fuente: Lamban et al. Modelo para el cálculo del Costo de almacenamiento de un producto. Dyna. 2013*

a) **Mano de obra indirecta:** Están incluidos todos los costos correspondientes a sueldos y salarios de empleados que no tienen relación directa con el producto final, por ejemplo: personal administrativo, jefe de logística, asistente de logística, asistente de control de inventarios, jefe de control de inventarios, administrador de bodega, entre otros.



**b) Equipos y sistemas:** Es el costo de los equipos y sistemas utilizados en la administración del centro de distribución, entre los cuales tenemos: materiales y suministros directos e indirectos, materiales de limpieza, materiales y suministros de computación, materiales y útiles de oficina, suministros y herramientas diversas.

**c) Gastos administrativos.** - Son todos los costos que se tiene dentro del centro de distribución para el correcto funcionamiento del mismo, entre los principales tenemos: servicios básicos, alimentación, capacitación del personal, alojamientos, bonos extraordinarios, gastos e insumos cafetería, gastos notariales y registros, honorarios personas naturales.

### **6.3 Costo de Transporte en la distribución.**

Para iniciar el proceso productivo “Señal X Cía. Ltda.” recibe la materia prima puesta en fábrica; el costo de transporte de la misma es asumido por el proveedor, como es el caso específico de Metal que surte lo referente a hierro, tiene por política no cobrar dicho rubro debido al volumen y frecuencia de compra

#### **6.3.1 Selección de los canales de Distribución**

Para determinar un canal de distribución se debe considerar algunos factores, entre ellos:

- a) La cobertura y el mercado:** Para comercializar un producto la empresa debe determinar su mercado objetivo, con el fin de llegar con este de manera oportuna a diferentes clientes.
- b) Control:** Si una empresa desea continuar ejerciendo control en la comercialización del producto, el canal a escoger debería ser el directo (fabricante – consumidor) o el corto (fabricante – detallista – consumidor),



mientras que si pierde el control del mismo no puede influir en la decisión relacionada con la exhibición del producto.

- c) **Costos:** Las empresas productoras generalmente piensan que los costos de distribución serían más bajos si son ellas las encargadas de llegar con el producto al cliente final, sin embargo, son los intermediarios quienes tienen mayor conocimiento del mercado, esto hace que puedan llegar a un mayor número de clientes, generando mayor ganancia y cubriendo el costo derivado de la intervención de los mayoristas.
- d) **Transporte:** El transporte de un producto es el movimiento del mismo, ya sea desde la fábrica o centro de distribución hacia el cliente; la distancia existente entre los almacenes, clientes y fábricas, afectan la ubicación de los centros de distribución, y estos conjuntamente con los niveles de inventarios son factores que influyen al momento de decidir el medio de transporte, el tamaño del envío y las rutas a ser utilizadas.

### 6.3.2 Costo de transporte

Es el costo generado por la movilización de la materia prima a la fábrica o del producto terminado hacia el cliente.

La mayoría de las empresas proveedoras de materias primas y demás suministros para la industria, asumen el costo del transporte colocando los materiales en la fábrica, esto se da debido a que en el precio de venta se incluye un rubro destinado a cubrir dicho costo.

Para el cálculo del costo de transporte es necesario incluir datos relacionados con los costos fijos, variables, gastos administrativos, capacidad de carga, una tasa de ganancia y la ruta; los cuales se describen posteriormente:



**Costos Fijos:** Para este costo se incluye los salarios y beneficios del chofer, los gastos administrativos, la depreciación, tarifas de matriculación (impuestos y seguro).

**Costos Variables:** Estos costos varían conforme a los recorridos que realizan los vehículos para la entrega de la mercancía, para ello se considera los gastos en combustible, neumáticos, lubricantes, lavado y mantenimiento del mismo.

**Gastos Administrativos:** Se considera los gastos generados de forma indirecta en el transporte.

**Capacidad de Carga del Camión:** Se refiere a la capacidad máxima en toneladas que puede llevar el camión en mercadería, pero en este caso específico se tomará en consideración la capacidad en  $m^3$ .

**Tasa de Ganancia:** Esta tasa está determinada por el porcentaje de ganancia que la empresa desee.

**Ruta:** Es la distancia entre el punto de partida y el punto de destino expresada en kilómetros.

A continuación, se exponen las fórmulas a utilizarse en el cálculo:

### Fórmula 13. Costo por metro cúbico

$$\frac{\text{Costo}}{m^3} = \left\{ \left( \frac{cf}{m^3} + \frac{cv}{m^3} + CI \right) \right\}$$

**Costo Fijo/ $m^3$ :** Es la relación del costo fijo para cada metro cúbico transportado.

### Fórmula 14. Costo fijo por metro cúbico.

$$CF/m^3 = \left\{ \frac{\text{costo fijo}}{\frac{\text{viaje}}{\text{mes}} * \text{capacidad media de carga efectiva}} \right\}$$

Donde:  $\frac{\text{viaje}}{\text{mes}}$  se obtiene del promedio de viajes durante cuatro meses. tabla



*capacidad media de carga efectiva = Ancho \* Altura \* Distancia útil de plataforma*

**Costo Variable/ m<sup>3</sup>:** Es la relación del costo variable para cada metrocúbico transportado.

**Fórmula15. Costo Variable por metro cubico.**

$$CV/m^3 = \left( \text{costo variable} * \frac{\text{ruta}}{\text{capacidad media de carga}} \right)$$

Donde:

**Costos Adminitrativo:** Es la relación entre los gastos administrativos y los metros cúbicos enviados al mes.

**Fórmula16. Costos indirectos.**

$$CA = \frac{\text{Gastos Administrativos}}{m^3 \text{ enviadas al mes}}$$

**Fórmula 17. Costo de envío por kilometro.**

$$\frac{\text{Costo}}{km} = \left( \frac{\frac{\text{Costo}}{m^3} * \text{capacidad mediadecargaefectiva}}{\text{ruta}} \right)$$



## 7) Aplicación de la metodología

### 7.1 Costos directos

Los costos directos es la sumatoria del costo operacional de almacenamiento y el costo operacional de stock.

$$CD = COA + C.STOCK \text{Fórmula 1}$$

#### 7.1.1 Costos operacional de almacenamiento

$$COA = ind. \log (C.MOD + C.MAQ + C.INF) \text{Fórmula 2}$$

**Índice logístico.-** Siguiendo la metodología antes propuesta, en primer lugar, se debe obtener el índice logístico (tabla 2). Para este índice se toma en consideración los productos que se pueden individualizar por su peso y volumen (Hierro, tool, vinil, vidrio, madera, lona); los insumos clasificados como otros, son valores promediados entre si en cuanto a peso y volumen se refiere, que no representan un valor significativo, sin embargo es necesario que se tome en consideración, ya que forman parte del almacenamiento de materia prima. (Ver anexo 1)

**Tabla 2. Índice Logístico para materia prima**

Materia Prima	Volumen(m <sup>3</sup> )	Peso (Kg)	$\alpha$ (volumen )	$\beta$ (peso )	Índice de Volume n (I vol_i)	Índice de Peso (I pes_i)	Índice Logístico (I log_i)
	A	B	C	D	E=A/∑A	F=B/∑B	G=(C*E)+(D*F)
Hierro	0.042	4.50	0.6	0.4	0.11	0.23	0.16
Tool	0.091	3.00	0.6	0.4	0.24	0.16	0.21
Vinil	0.024	2.00	0.5	0.5	0.07	0.10	0.08
Vidrio	0.100	5.00	0.3	0.7	0.27	0.26	0.26
Madera	0.021	2.50	0.6	0.4	0.06	0.13	0.09
Lona	0.080	0.70	0.5	0.5	0.21	0.04	0.13
Otros	0.016	1.65	0.41	0.59	0.04	0.09	0.07
<b>SUMA</b>	<b>0.37</b>	<b>19.4</b>			1.00	1.00	1.00

Fuente: "Señal X Cía. Ltda."  
Elaborado por: El autor



El primer paso consiste en obtener peso (kg) y el volumen ( $m^3$ ) de cada producto, como se observa en la tabla 2, para ejemplificar se considera el primer producto que es el hierro que tiene un volumen de  $0,042 m^3$  y un peso de 4,5 kg (Anexo 1)

Se obtiene las ponderaciones de Alfa ( $\alpha$ ) que representa el volumen y Beta ( $\beta$ ) el peso por producto ( $\alpha + \beta = 1$ ). Para esto se toma en cuenta el porcentaje de importancia del producto para su almacenamiento; para hierro, tool y madera, se considera un alfa (volumen) de 0,6 y un beta (peso) de 0,4; en el caso de estos productos se pueden apilar para su almacenamiento, por lo que la importancia del peso tiene menor relevancia. En tanto que para vidrio por su fragilidad se considera una importancia mayor para el peso representada por beta igual a 0,7 y para el volumen 0,3. Entretanto, para viniles y lona se considera un alfa de 0,5 y una beta de 0,5 en el caso de dichos productos se pueden acopiar y su volumen no es abultado para el almacenamiento.

A continuación, se procede a calcular el índice de peso y de volumen por producto, siguiendo el ejemplo del hierro, se obtiene los siguientes valores:

$$I_{vol_i} = \frac{0,042}{0,37} = 0,11$$

$$I_{pes_i} = \frac{4,50}{19,4} = 0,23$$

Aplicando la fórmula 3. Se obtiene el índice logístico del producto:

$$I_{log i} = \alpha * I_{vol_i} + \beta * I_{pes_i}$$

$$I_{log i} = 0.6 * 0.11 + 0.4 * 0.23$$

$$I_{log i} = 0.16$$

Esta fórmula se aplica para cada uno de los productos



- a) **Mano de obra.** - Para obtener el valor total de mano de obra se debe contar con la sumatoria de los costos de los trabajadores que operan en el área de almacenamiento, valores obtenidos de los roles de pago proporcionados por la empresa (Anexo 2) , en este caso existen un montacarguistas y un estibador, que representan para la empresa en términos de costo un valor de \$1429,71 que se muestra en la tabla 3. Por último, este número será multiplicado por el índice logístico de cada producto, para así obtener el costo de mano de obra por producto. Para el caso del hierro, su costo de mano de obra es de \$228,54 como se puede observar en la tabla 6.

*Tabla 3. Costos MOD/mes*

Costo MOD	Cant	unidad	valor
Estibador	1	\$	662,99
Montacarguista	1	\$	766,72
TOTAL (MOD)		\$	1.429,71

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*

- b) **Infraestructura.** - Para determinar el costo de infraestructura por producto se multiplica el índice logístico por el valor mensual del arriendo del centro de almacenamiento, obteniendo así los siguientes costos de infraestructura.

*Tabla 4. Costos de infraestructura/mes*

COSTO DE INFRAESTRUCTURA			
ESPACIO DESTINADO EN BODEGA	15*40*5	⇒	3.000m <sup>3</sup>
COSTO DE INFRAESTRUCTURA			\$2.148

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*

- c) **Maquinaria.** - El costo de maquinaria por producto se obtiene de multiplicar el índice logístico de cada producto por el valor total de la depreciación de



maquinaria. Cabe destacar que el valor de depreciación de la maquinaria es únicamente de la zona de almacenamiento.

**Tabla 5. Costo de maquinaria / mes**

COSTO DE MAQUINARIA	
MONTACARGA	25.000,00
DEPRECIACION	20%
DEPRECIACION ANUAL	5.000,00
DEPRECIACION MENSUAL	413,10

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*

La consolidación de los costos de mano de obra, infraestructura y maquinaria da como resultado el costo operacional de almacenamiento por producto, tal como se puede observar en la tabla 6

**Tabla 6. Costo operacional de almacenamiento/mes**

COSTO OPERACIONAL DE ALMACENAMIENTO					
PRODUCTO	IND. LOGISTICO	COSTO DE MOD (\$1417,38)	MAQUINARIA (\$413,10)	INFRAESTRUCTURA DE LA NAVE (\$2148,0)	COSTO TOTAL
Hierro	0,16	228,54	66,61	346,35	641,49
Toll	0,21	297,17	86,60	450,34	834,11
Vinil	0,08	120,51	35,12	182,63	338,26
Vidrio	0,26	373,24	108,78	565,63	1.047,65
Madera	0,09	121,66	35,46	184,37	341,48
Lona	0,13	178,77	52,10	270,92	501,79
Otros	0,07	97,49	28,41	147,74	273,65
Suma	1,0	1.417,38	413,1	2148,0	3.978,43

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*

### 7.1.2 Costo operacional de stock

Según la fórmula 9 mencionada anteriormente, el costo operacional de stock se calcula de la siguiente forma:



$$C_{stock} = C_{prod} + [C_{esp\_prod}] * Nd\_alm \quad \text{Fórmula 9}$$

- $C_{prod}$ = costo del producto
- $C_{esp\_prod}$ = costo del espacio del producto
- $Nd\_alm$ = número de días de almacenamiento del producto

Los costos operacionales de stock no pueden ser prorrateados por el índice logístico, para esto es necesario obtener un índice de almacenamiento aproximado, basado en los tiempos de manipulación de las diferentes líneas de productos, tal como se observa en la tabla 7.

A continuación se aplica la formula 10 para la obtención del índice de almacenamiento:

$$I_{almac\_aprox} = \frac{I_{manipulación}}{Num\_Manipulaciones} \quad \text{Fórmula 10}$$

*Tabla 7. Tiempos de almacenamiento aproximado por producto.*

<b>TIEMPOS APROXIMADO POR PRODUCTO</b>				
LÍNEA	MINUTOS PROMEDIO POR JORNADA	ÍNDICE DE TIEMPO DE MANIPULACION POR JORNADA	NÚMERO DE MANIPULACIONES DE PRODUCTOS POR DÍA	INDICE DE ALMACENAMIENTO APROXIMADO
		A	B	(A/B)
Hierro	105	0,22	305	0,0007
Toll	45	0,09	62	0,0015
Vinil	47	0,10	12	0,0082
Vidrio	72	0,15	80	0,0019
Madera	95	0,20	246	0,0008
Lona	67	0,14	16	0,0087
Otros	49	0,10	160	0,0006
<b>TOTAL</b>	<b>480</b>	<b>1,00</b>		

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*

Para la obtención del índice de tiempo de manipulación por jornada laboral, se aplica el método de muestreo estadístico de trabajo, en este se realizaron un total de



100 observaciones durante 5 días dando como resultado 22% de manipulación de hierro al día, 9% toll, 10% vinil, 15% vidrio, 20% madera, 14% lona, 10% otros (Anexo 3).

En el mismo periodo de estudio en el anexo 4 se detalla el número promedio de manipulaciones por producto al día.

**Costo de espacio del producto.**— De acuerdo con la metodología el costo de espacio de producto se determina utilizando la siguiente fórmula

$$C_{espprod} = (C_{terreno} + C_{acondic} + C_{mantenimiento} + C_{seguros}) \quad \text{Fórmula 11}$$

Para determinar el costo de espacio del producto, es necesario contar con:

El costo del terreno, no se contempla en la presente investigación, ya que el centro de distribución es arrendado y este valor ya está incluido en el costo de infraestructura explicado anteriormente. Además, es necesario determinar el costo de acondicionamiento, que está compuesto por tecnología implementada en el centro de almacenamiento para un mejor funcionamiento, como se puede observar en la Tabla 8

Los datos que se presentan a continuación son proporcionados por el departamento de contabilidad de la empresa y resultan del promedio del balance de gastos en los últimos 3 años.

**Tabla 8. Costos de acondicionamiento**

<b>COSTO DE ACONDICIONAMIENTO</b>			
<b>ADECUACIONES</b>	<b>COSTO DE INVERSION</b>	<b>DEP ANUAL (10%)</b>	<b>DEP MES</b>
ESTANTERIA	\$ 9.250,00	\$ 925	\$ 77,08
ACCESORIOS	\$ 3.500,00	\$ 350	\$ 29,16
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 11.750,00</b>	<b>\$ 1.175</b>	<b>\$ 106,24</b>

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*



El mantenimiento es la sumatoria de: reparación y mantenimiento de edificios, equipos de computación y equipos diversos que representan un costo promedio mensual de \$323,75.

La empresa “Señal X Cía. Ltda.” está cubierta con un seguro multiriesgo que protege todo su inventario, por un valor de \$8.662,50 anual, que mensualmente representa \$721, este valor se distribuye para cada producto con la ayuda del índice de almacenamiento aproximado. En resumen, se puede observar los costos diarios de espacio en la tabla 9

*Tabla 9. Costo de espacio.*

<b>COSTO DE ESPACIO</b>						
<b>PRODUCTO</b>	<b>Ind. DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>COSTO DE ACONDICIONAMIENTO (106.25)</b>	<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO (323,75)</b>	<b>COSTO SEGUROS (\$ 721)</b>	<b>Costo de espacio de producto al mes D=(A+B+C)</b>	<b>COSTO DIARIO ESPACIO E</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>		
Hierro	0,0007	0,08	0,23	0,52	0,83	0,02
Toll	0,0015	0,16	0,49	1,09	1,74	0,05
Vinil	0,0082	0,87	2,64	5,88	9,39	0,31
Vidrio	0,0019	0,20	0,61	1,35	2,16	0,06
Madera	0,0008	0,09	0,26	0,58	0,93	0,03
Lona	0,0087	0,93	2,82	6,29	10,04	0,31
Otros	0,0006	0,07	0,21	0,46	0,73	0,02

*Fuente: “Señal X Cía. Ltda.”*

*Elaborado por: El autor*

Una vez obtenido el costo de espacio por producto se puede calcular el costo de stock, utilizando el costo del producto y los días de almacenamiento promedio según la fórmula 9. Para los datos del inventario promedio y el costo del producto, se obtiene de las compras promedio realizadas durante los últimos 4 meses del año 2017 detallado en el anexo 5.



Tabla 10. Costo de stock

COSTO OPERACIONAL DE STOCK						
PRODUCTO	COSTO DIARIO ESPACIO	C. DE ALM. DE INV <sup>30</sup> DIAS B=(A*30)	C. DE PRODUCTO	C DE INVENTARIO POR PRODUCTO D=(B+C)	INVENTARIO PROMEDIO	C. OPERACIONAL DE STOCK F=(D*E)
	A		C		E	
Hierro	0,02	0,58	1,17	1,75	1.221	2.136,40
Toll	0,05	1,21	1,94	3,15	250	786,24
Vinil	0,31	6,36	5,06	11,42	50	566,43
Vidrio	0,06	1,51	2,49	4,00	321	1.283,20
Madera	0,03	0,65	2,59	3,24	983	3.185,56
Lona	0,31	7,03	5,45	12,48	64	798,72
Otros	0,02	0,51	0,69	1,20	642	769,92

Fuente: "Señal X Cía. Ltda."

Elaborado por: El autor

Según la fórmula 1, luego de calcular los costos operacionales de almacenamiento y stock podemos calcular el costo directo total, tal y como se observa en la Tabla 11

Tabla 11. Total Costos directo

COSTO DIRECTO TOTAL			
PRODUCTO	C. DE ALMACENAMIENTO	C. DE STOCK	C. DIRECTO TOTAL
Hierro	641,49	2.136,40	2.777,89
Toll	834,11	786,24	1.620,35
Vinil	338,26	566,43	904,70
Vidrio	1.047,65	1.283,20	2.330,85
Madera	341,48	3.185,56	3.527,05
Lona	501,79	798,72	1.300,51
Otros	273,65	769,92	1.043,57
TOTAL	3.978,43	9.526,48	13.504,91

Fuente: "Señal X Cía. Ltda."

Elaborado por: El autor

## 7.2 Costos Indirectos.

Para la obtención de los costos indirectos no se puede implementar el índice logístico y el índice de almacenamiento aproximado, ya que en este apartado se



utiliza el índice de manipulación por producto, basado en la tasa media de manejo del producto.

Según el departamento de contabilidad, considera un valor del 5% de los costos indirectos destinados a los gastos generados en el área de almacenamiento, datos que se obtiene del balance de gastos de la empresa en el año 2017 y se distribuye de la siguiente manera:

- Costos de mano de obra indirecta             $(\$7500/\text{mes}) * 5\% = \$375$
- Equipos y sistemas                                 $(\$2.100/\text{mes}) * 5\% = \$105$
- Gastos administrativos                          $(\$8.340/\text{mes}) * 5\% = \$405$

a) **Mano de obra indirecta.** - En la empresa “Señal X Cía. Ltda.” los costos por mano de obra indirecta están compuestos por: personal administrativo, jefe de logística, asistente de logística, asistente de control de inventarios, mensajeros, administrador de bodega, equivalente a \$375.

b) **Equipos y sistemas.** - Los equipos y sistemas es la sumatoria de costos tales como: materiales y suministros directos e indirectos, materiales y suministros de cómputo, materiales y útiles de oficina, suministros y herramientas menores, equivale a un valor de \$105.

c) **Gastos administrativos.** - Los gastos administrativos en la empresa están compuestos principalmente por: servicios básicos, alimentación exterior y nacional, alojamiento, bonos extraordinarios, capacitación de empleados, gastos notariales y registros, gastos de cafetería e insumos de comedor, equivale a \$417 representando el valor únicamente del área de almacenamiento.



La suma de estos 3 costos conforma el total de costos indirectos, estos se encuentran prorrateados para el almacenamiento por producto de acuerdo al índice de manipulación.

A continuación se muestra la formula y el cálculo de costos indirectos.

$$CI = I_{manipulación}(MOI + Eq.ySis. +GA) \text{ Fórmula 12}$$

*Tabla 12. Costo Indirecto / mes*

<b>COSTO INDIRECTO</b>					
<b>PRODUCTO</b>	<b>ÍNDICE DE MANIPULACION POR ARTÍCULO</b>	<b>MANO DE OBRA INDI (\$375)</b>	<b>EQUIPOS Y SISTEMAS (\$105)</b>	<b>ADMINISTRATIVOS (\$417)</b>	<b>COSTO INDIRECTO /MES</b>
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D= (A+B+C)</b>
Hierro	0,22	82,03	22,97	91,22	196,22
Toll	0,09	35,16	9,84	39,09	84,09
Vinil	0,10	36,72	10,28	40,83	87,83
Vidrio	0,15	56,25	15,75	62,55	134,55
Madera	0,20	74,22	20,78	82,53	177,53
Lona	0,14	52,34	14,66	58,21	125,21
Otros	0,10	38,28	10,72	42,57	91,57
<b>TOTAL</b>	<b>1,00</b>	<b>375,00</b>	<b>105,00</b>	<b>417,00</b>	<b>897,00</b>

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*

### **Costo total de almacenamiento por producto.**

Según la fórmula 1, una vez obtenido los costos directos e indirectos se calcula el costo total de almacenamiento.

*Tabla 13. Costo total de almacenamiento*

<b>COSTO DE ALMACENAMIENTO</b>			
<b>PRODUCTO</b>	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>COSTO DE ALMACENAMIENTO TOTAL (\$)</b>
Hierro	2.777,89	196,22	2.847,43
Toll	1.620,35	84,09	1.539,72
Vinil	904,70	87,83	925,73
Vidrio	2.330,85	134,55	2.258,50
Madera	3.527,05	177,53	3.637,14
Lona	1.300,51	125,21	1.326,62
Otros	1.043,57	91,57	1.081,10
<b>TOTAL</b>	<b>13.504,91</b>	<b>897,00</b>	<b>13.616,24</b>

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."  
Elaborado por: El autor*

### 7.3 Costo de Transporte en la Distribución

“Señal X Cía. Ltda.” utiliza tres camiones Hino de 3.5 toneladas, para llegar a sus clientes mayoristas o consumidores finales a nivel nacional. A continuación, se presenta información básica del vehículo.



*Gráfico 4. Camión Hino 3.5 Toneladas*

*Fuente: Hino*

*Tabla 14. Especificaciones Técnicas: Carga*

Especificaciones Técnicas: Carga	
Peso Bruto del Camión (kg)	5.500
Peso del Chasis (kg)	2.135
Carga Útil (kg)	3.365

*Fuente: “Señal X Cía. Ltda.”*

*Elaborado por: El autor*

**Tabla 15. Especificaciones Técnicas: Motor**

---

Especificaciones Técnicas: Motor	
Modelo	HL35 – 3.5 ton WU650L-HKMMJ3
Cilindraje	4.009 c.c

---

*Fuente: “Señal X Cía. Ltda.”*

*Elaborado por: El autor*

**Tabla 16. Especificaciones Técnicas: Dimensiones**

---

Especificaciones Técnicas: Dimensiones	
Longitud Total (mm)	5.965
Ancho Total (mm)	1.860
Altura Total (cabina) (mm)	2.140
Distancia Útil de Plataforma	4.375

---

*Fuente: “Señal X Cía. Ltda.”*

*Elaborado por: El autor*

La determinación del costo del transporte de producto terminado es importante para conocer si la empresa cubre los rubros en los que incurre para llevar su producto al cliente. Para el cálculo se requiere de datos como costos generados por la empresa, datos del vehículo, y datos del mercado relacionados con la prestación del servicio desde que sale de la bodega hasta su entrega al cliente; la información es obtenida mediante una encuesta al conductor y el detalle de roles de pago (Anexo 2). En cuanto a los salarios administrativos se considera el 5% que se estima es el porcentaje destinado en tiempo para realizar gestiones referentes a la distribución del producto.



Tabla 17. Datos de Entrada

<b>COSTOS DE LA EMPRESA</b>		
Salario del Chofer	\$/mes	400
Recargos y beneficios del chofer	\$/mes	164
Salarios Administrativos	\$/mes	1.328
<b>DATOS DEL VEHÍCULO</b>		
Intervalo entre cambios de aceite	Km	5.000
Litros de aceite por cambio	litro	13,24
Número de neumáticos	unidades	6
Intervalo entre cambio de neumático/reencauche	Km	45.000
Intervalo de mantenimiento	Km	5.000
Intervalo entre lubricaciones	Km	5.000
Capacidad tanque de combustible	Litro	100
Promedio recorrido tanque max cap.	Km	450
<b>DATOS DEL MERCADO</b>		
Valor de adquisición del vehículo	\$	25.000
Vida útil del vehículo	meses	120
Valor residual del vehículo	\$	10.000
Precio del aceite	\$/litro	3,05
Precio del combustible (diesel)	\$/litro	0,26
Precio del neumático	\$	106,56
Matrícula y SPPAT	\$/año	277,68
Lavado	\$	25,00
Mantenimiento	\$	50,00

Fuente: "Señal X Cía. Ltda."

Elaborado por: El autor

El costo de transporte por kilómetro se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{CT}{km} = \left( \frac{\frac{CT}{m^3} * \text{capacidad media de carga efectiva}}{\text{ruta en km}} \right)$$

- $\frac{CT}{km}$  = costo de transporte por kilómetro
- $\frac{CT}{m^3}$  = costo de transporte por metro cúbico



Donde:

$$\frac{CT}{m^3} = \left\{ \left( \frac{cf}{m^3} + \frac{cv}{m^3} + CA \right) \right\}$$

- ❖  $\frac{cf}{m^3} = \text{costo fijo por metro cúbico}$
- ❖  $\frac{cv}{m^3} = \text{costo variable por metro cúbico}$
- ❖  $CA = \text{costo administrativo}$

Para el cálculo del costo de transporte se requiere clasificar los ítems expuestos en costo fijo y en costo administrativo, para el calculo del costo variable se obtiene la información de la encuesta realizada al conductor del camión; a continuación se muestra los datos de salida en la tabla 18.

**Tabla 18. Datos de Salida**

ITEMS COSTO FIJO			CÁLCULO
Mano de obra	\$/mes	564	(400+164)
Matrícula y SPPAT	\$/mes	24,14	(277,68 <sup>\$</sup> /12meses)
<b>TOTAL C. FIJO</b>	<b>\$/mes</b>	<b>588,14</b>	
ITEMS COSTO VARIABLE			
Combustible	\$/Km	0,05	(0,26 <sup>\$</sup> *100lts)/450km
Aceite	\$/Km	0,008	(13,24lts*3,05 <sup>\$</sup> /5000km)
Neumáticos	\$/Km	0,013	(106 <sup>\$</sup> *6/45000km)
Mantenimiento	\$/Km	0,01	(50 <sup>\$</sup> /5000km)
Lavado	\$/Km	0,005	(25 <sup>\$</sup> /5000km)
<b>TOTAL C. VARIABLE</b>	<b>\$/Km</b>	<b>0,086</b>	
ITEMS COSTO ADMIN			
Salarios Administrativos	\$/mes	22,14	(1328*5%)/3camiones
Depreciaciones	\$/mes	125	(C. vehiculo-V.residual)* 0.10/12
<b>TOTAL C. ADM</b>	<b>\$/mes</b>	<b>147,14</b>	

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*



Una vez obtenidos los costos fijo, variable y administrativo; se procede a realizar el cálculo del costo de transporte por kilómetro, para las diferentes rutas utilizadas por la empresa para la distribución de su producto; es necesario además de los datos antes mencionados información sobre el número de viajes promedio que se presenta en la tabla 19.

**Tabla 19. Viajes/mes**

NÚMERO DE VIAJES / MES									
Ruta	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	Promedio de viajes de 3 camiones/mes	Promedio de viajes de 1 camión/mes	Carga efectiva m <sup>3</sup> por camión	m <sup>3</sup> env./mes por camión	Porcentaje de viajes/mes
Guayaquil	6	5	7	8	6,50	2,17	17,41	37,72	14,13%
Cuenca	20	18	15	19	18,00	6,00	17,41	104,46	39,13%
Quito	3	4	2	3	3,00	1,00	17,41	17,41	6,52%
Manta	2	1	3	4	2,50	0,83	17,41	14,51	5,43%
Riobamba	4	3	4	2	3,25	1,08	17,41	18,86	7,07%
Machala	1	2	3	2	2,00	0,67	17,41	11,61	4,35%
Loja	5	6	3	3	4,25	1,42	17,41	24,66	9,24%
Ambato	2	1	2	3	2,00	0,67	17,41	11,61	4,35%
Santo D.	1	2	1	2	1,50	0,50	17,41	8,71	3,26%
Portoviejo	0	1	1	2	1,00	0,33	17,41	5,80	2,17%
Ibarra	3	2	2	1	2,00	0,67	17,41	11,61	4,35%
Suma	47	45	43	49	46,00	15,33		266,95	100%

\* Nota: para el cálculo se considera el uso de 3 camiones con carga completa

Fuente: "Señal X Cía. Ltda."

Elaborado por: El autor

A continuación, para ejemplificar se muestra el cálculo para la ruta Cuenca – Guayaquil– Cuenca, considerando la tabla 19, este destino registra un 14,13% de viajes por mes.

**Tabla 20. Costos de Transporte del Camión ruta Cuenca-Guayaquil-Cuenca**

COSTO DE TRANSPORTE DE CAMION DE 3.5 TONELADAS		
Costo Fijo	\$/mes	588,14
Costo Variable	\$/km	0,086
Costo Administrativo	\$/mes	147,14
Capacidad de Carga Efectiva = L*A*H	m <sup>3</sup>	17,41
Ruta (Cuenca - Guayaquil – Cuenca)	km	408
m <sup>3</sup> enviados al mes	m <sup>3</sup>	37,72

*Fuente: “Señal X Cía. Ltda.”*

*Elaborado por: El autor*

En base al cálculo del porcentaje de viajes realizados, los costos fijos, administrativos y variables son ponderados por el porcentaje de viajes al mes

**Tabla 21. Ponderación de Costos**

PONDERACION DE COSTOS					
Destino	Ruta km	Porcentaje de viajes/mes	C.F=588,14	C.V=0,08/km	C.A=147,14
Guayaquil	408	14,13%	78,87	35,08	20,79
Cuenca	80	39,13%	218,40	6,88	57,58
Quito	886	6,52%	36,40	76,19	9,60
Manta	790	5,43%	30,33	67,94	8,00
Riobamba	478	7,07%	39,43	41,10	10,40
Machala	354	4,35%	24,27	30,44	6,40
Loja	444	9,24%	51,57	38,18	13,59
Ambato	594	4,35%	24,27	51,08	6,40
Santo D.	868	3,26%	18,20	74,64	4,80
Portoviejo	776	2,17%	12,13	66,73	3,20
Ibarra	1.122	4,35%	24,27	96,49	6,40
Suma		100%	558,14	584,80	147,14

*Fuente: “Señal X Cía. Ltda.”*

*Elaborado por: El autor*

Una vez obtenidos la ponderación de costos, se toma como ejemplo la ruta Cuenca – Guayaquil - Cuenca que al resolver las fórmulas se obtiene:



$$\bullet \quad CF/m^3 = \left\{ \frac{\text{costo fijo}}{\frac{\text{viaje}}{\text{mes}} * \text{capacidad media de carga efectiva}} \right\}$$

$$\frac{CF}{m^3} = \left( \frac{78,87}{2,2 * 17,41} \right)$$

$$\frac{CF}{m^3} = 2,07$$

$$\bullet \quad \frac{CV}{m^3} = \left( \text{costo variable} * \frac{\text{ruta}}{\text{capacidad media de carga efectiva}} \right)$$

$$\frac{CV}{m^3} = \left( 0,086 * \frac{408}{17,41} \right)$$

$$\frac{CV}{m^3} = 2,01$$

$$\bullet \quad CA = \frac{\text{Gastos Administrativos}}{m^3 \text{ enviadas al mes}}$$

$$CA = \frac{20,79}{37,72}$$

$$CA = 0,55$$

$$\bullet \quad \frac{CT}{m^3} = \left\{ \left( \frac{cf}{m^3} + \frac{cv}{m^3} + CA \right) \right\}$$

$$\frac{CT}{m^3} = [(2,09 + 2,01 + 0,55)]$$

$$\frac{CT}{m^3} = 4,66$$

$$\bullet \quad \frac{CT}{km} = \left( \frac{\frac{CT}{m^3} * \text{capacidad media de carga efectiva}}{\text{ruta}} \right)$$

$$\frac{CT}{km} = \left( \frac{4,90 * 17,41}{408} \right)$$

$$\frac{CT}{km} = 0,20$$

El costo de transporte para la ruta Cuenca – Guayaquil - Cuenca es de 0,20 dólares por Kilómetro, y 4,66 por metro cúbico.

Para el cálculo de la ruta Cuenca se debe considerar que la empresa realiza logística secundaria (entregas dentro de la ciudad), por tanto los recorridos diarios



representatan 80 km en 3 entregas promedio al día. A continuación, se muestra los costos para las diferentes rutas.

**Tabla 22. Costo de transporte por m<sup>3</sup> y km**

Partida	Destino	RUTA Km	CT/M <sup>3</sup> Camión=17.41m <sup>3</sup>	C/KM	C/ VIAJE
<b>CUENCA : Parque Industrial y Av. del Toril</b>	Guayaquil	408	4,66	0,20	81,08
	Cuenca	80	3,04	0,66	52,88
	Quito	886	7,02	0,14	122,19
	Manta	790	6,54	0,14	113,94
	Riobamba	478	5,00	0,18	87,10
	Machala	354	4,39	0,22	76,44
	Loja	444	4,84	0,19	84,18
	Ambato	594	5,58	0,16	97,08
	Santo D.	868	6,93	0,14	120,64
	Portoviejo	776	6,48	0,15	112,73
	Ibarra	1.122	8,18	0,13	142,49
<b>Suma</b>					1090,76

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*

Los costos de transporte de productos terminados por "Señal X Cía. Ltda." están incluidos en el precio de venta de los respectivos productos, que fueron facilitados por la empresa.

En la tabla siguiente se muestra el costo por cada ruta para la entrega de los productos que utiliza la empresa.

**Tabla 23. Costos utilizados por la empresa**

<b>Costos utilizados por la empresa</b>				
<b>Fábrica</b>	<b>Zona de Consumo</b>	<b>CT/M<sup>3</sup> Camión =17.41m<sup>3</sup></b>	<b>C/KM</b>	<b>Costo Total x Viaje</b>
	Guayaquil	\$ 5,46	\$ 0,23	\$ 95
	Cuenca	\$ 2,3	\$ 1,61	\$ 40
<b>CUENCA:</b>	Quito	\$ 7,18	\$ 0,14	\$ 125
<b>Parque</b>	Manta	\$ 6,32	\$ 0,14	\$ 110
<b>Industrial</b>	Riobamba	\$ 5,17	\$ 0,19	\$ 90
<b>y Av.</b>	Machala	\$ 4,88	\$ 0,24	\$ 85
<b>del Toril</b>	Loja	\$ 5,46	\$ 0,21	\$ 95
	Ambato	\$ 5,74	\$ 0,17	\$ 100
	Santo D.	\$ 7,47	\$ 0,15	\$ 130
	Portoviejo	\$ 6,32	\$ 0,14	\$ 110
	Ibarra	\$ 7,47	\$ 0,12	\$ 130

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*

En contraste con los datos calculados mediante la aplicación de las fórmulas correspondiente al costo de transporte, se puede observar que en algunos de los casos los costos son menores a los otorgados por la empresa, cabe recalcar que para el cálculo no se consideró una tasa de ganancia.



## 8. Formulación de la solución al problema de cantidad optima de pedido y almacenamiento

La aplicación del modelo matemático establece la optimización de cantidades para cada producto de materia prima, para lo cual se tomará en cuenta los costos previamente obtenidos en el área de stock (tabla 10), en tanto que para las cantidades, los programas a ser usados determinarán las cantidades óptimas que satisfacen la función objetivo.

Parametros:

- $cuh$  = Costo unitario de hierro
- $cut$  = Costo unitario de toll
- $cuvl$  = Costo unitario de vinil
- $cuvd$  = Costo unitario de vidrio
- $cum$  = Costo unitario de madera
- $cul$  = Costo unitario de Lona
- $cuo$  = Costo unitario promedio de otros productos

Variables:

- $Q1$ : Cantidad mensual de hierro
- $Q2$ : Cantidad mensual de toll
- $Q3$ : Cantidad mensual de vinil
- $Q4$ : Cantidad mensual de vidrio
- $Q5$ : Cantidad mensual de madera
- $Q6$ : Cantidad mensual de lona
- $Q7$ : Cantidad mensual promedio varios productos

Funcion a optimizar:

$$CT = (q1 * cuh) + (q2 * cut) + (q3 * cuv l) + (q4 * cuv d) + (q5 * cum) + (q6 * cul) + (q7 * cuo)$$



## Restricciones

- $500 \leq q_1 \leq 1300$
- $198 \leq q_2 \leq 350$
- $25 \leq q_3 \leq 74$
- $200 \leq q_4 \leq 350$
- $550 \leq q_5 \leq 1100$
- $45 \leq q_6 \leq 65$
- $460 \leq q_7 \leq 710$
- $7500 \geq CT \leq 10000$

A continuación se observa la aplicación del modelo matemático a través del programa Excel - Solver

**Tabla 24. Cantidad óptima de pedido MP (Solver)**

PRODUCTO	CANTIDAD	C.UNITARIO	C. TOTAL	Q. MIN	CONDICIONES	Q. MAX
Hierro	1.256	1,75	2.198,64	500	$\leq$ Hierro $\geq$	1.300
Toll	271	3,15	855,09	198	$\leq$ Toll $\geq$	350
Vinil	25	11,42	285,50	25	$\leq$ Vinil $\geq$	74
Vidrio	250	4,00	1.001,06	200	$\leq$ Vidrio $\geq$	350
Madera	550	3,24	1.782,00	550	$\leq$ Madera $\geq$	1.100
Lona	45	12,48	561,60	45	$\leq$ Lona $\geq$	65
Otros	680	1,20	816,09	460	$\leq$ Otros $\geq$	710
Suma	3.078		7.500,00			
Min. Presupuesto			\$7.500,00			
Max. Presupuesto			\$10.000,00			
Costo total			\$7.500,00			

*Fuente: "Señal X Cía. Ltda."*

*Elaborado por: El autor*

En la tabla 24 se observa que la columna perteneciente a valores de cantidad, corresponden a los valores óptimos tras la aplicación del modelo, bajo las siguientes circunstancias.



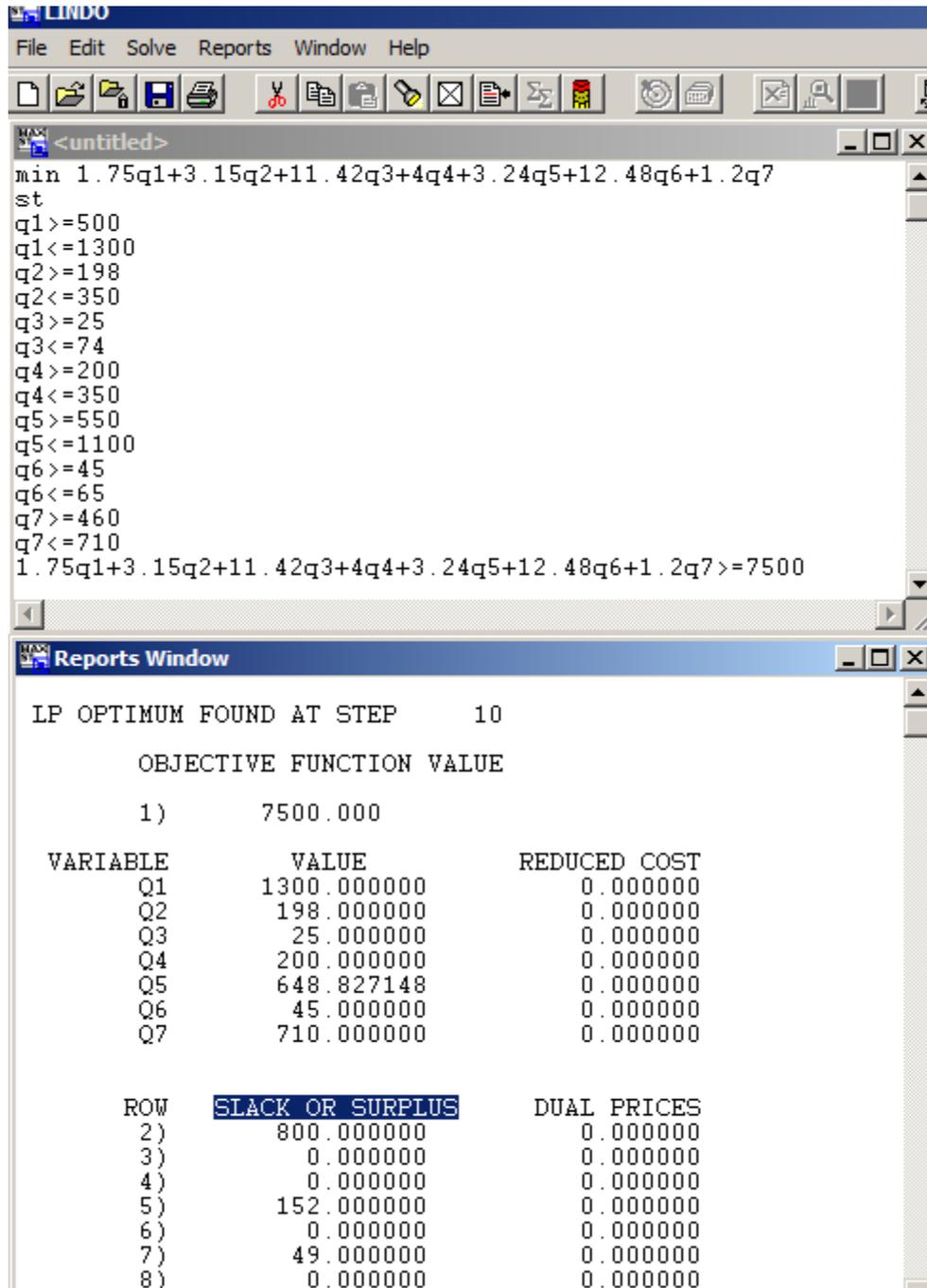
El costo unitario es obtenido de la tabla 10, en donde nos indica el coste de adquisición por artículo y el mantenimiento en bodega, este valor es multiplicado por la cantidad optima, obteniendo así el costo total por ítem.

Ademas, se detalla los valores máximos y mínimos de almacenamiento, que estan sujetas al modelo para cada producto de materia prima que la empresa necesita para poder operar.

Las condiciones de presupuesto manejado por la empresa para el grupo de productos, nos indica que se establece una cuantía máxima de \$10.000,00 mensual para la adquisición del lote de artículos seleccionados, y un valor mínimo de \$7.500.

En este caso se realiza la minimización del costo total o función objetivo.

A continuación se presenta la aplicación del modelo a través del programa Lindo utilizando las mismas restricciones que en solver y obteniendo resultados similares en ambos programas en cuanto a cantidades y costo.



**Gráfico 5. Solución en Lindo**

En la parte superior del gráfico 5 se observa la función objetivo y las restricciones de cantidad mínima y máxima para cada artículo, propuestas para el desarrollo del modelo matemático, y en la parte inferior se determinan los resultados de optimización tras la ejecución del programa Lindo, obteniendo un valor de \$7.500,00



como el costo total mínimo y las cantidades óptimas que satisfacen a la función objetivo.

## 9. Conclusiones

Las presentes conclusiones se realizan a partir del análisis de los costos logísticos obtenidos en la cadena de suministros en los nodos de almacenamiento y distribución de la empresa “Señal X Cia. Ltda.” y posterior aplicación de modelos matemáticos.

Por medio del desglose de la composición de los costos logísticos, se estableció que las cantidades de pedido manejadas por la empresa no son idóneas, ya que no se consideran algunos factores importantes como el peso y el volumen de cada insumo al momento de almacenar. Para el área de almacenamiento, los costos directos operacionales (almacenamiento 0,23%; stock 0,77%) representan un 95%, mientras los costos indirectos equivalen al 5%.

Para los costos de stock además del precio de compra de cada insumo, es importante añadir el costos de espacio del producto que permanece en bodega, ya que en la investigación se pudo determinar que los costos de espacio del producto representan el 33% del inventario total al mes, un valor considerable que afecta a la utilidad del producto final.

En lo referente al transporte, comparando los costos obtenidos con los costos proporcionados por la empresa, en algunos de los casos como las rutas hacia Ibarra y la distribución local, es preferible tercerizar el transporte, debido a que en estos casos el costo obtenido sin margen de ganancia en la investigación superan al costo que la empresa utiliza para estas rutas.

En cuanto a la aplicación del programa Solver, que es un programa complementario de Excel, se pudo establecer que funciona de manera eficaz,



brindando resultados que benefician a la optimización de las cantidades de pedido; realizando la compra únicamente de la materia prima necesaria para operar. En el programa Lindo, en donde se proyecta resultados similares a los de Solver, se pudo dar cumplimiento a todas las restricciones planteadas y el presupuesto establecido; también se pudo observar que es un programa útil para la administración de inventarios en donde no existe complejidad para su funcionamiento.

El desarrollo de un modelo específico para el almacenamiento, en donde se consideran variables y restricciones concretas para esta área benefician considerablemente a la optimización de recursos.

## **10. Propuestas de mejora**

Uno de los objetivos institucionales, indica sobre la optimización de recursos en cada proceso por lo que se plantean las siguientes propuestas de mejora:

- Acoger los montos establecidos como efecto del modelo de optimización. En caso de que una variable o restricción se modifique, se recomienda realizar el cambio conveniente en el modelo propuesto, para lograr las nuevas cantidades óptimas.
- Cumplir una apropiada administración de los inventarios, como también almacenar las cantidades, tomando en consideración factores de peso y volumen.
- Considerar todos los valores que forman parte de los costos logísticos, para poder realizar una evaluación más exacta del gasto que se realiza en la cadena de suministro.
- Acoger los valores calculados para efecto del costo de transporte por ruta y comparar con los precios de mercado.



## Anexos

Materia Prima	Unidad de medida	Volumen(mt3)	Peso (Kg)	$\alpha$ (volumen)	$\beta$ (peso)	Índice de Volumen(I vol <sub>i</sub> )	Índice de Peso(I pes <sub>i</sub> )	Índice Logístico (I log <sub>i</sub> )
		A	B	D	E	F=A/ΣA	G=B/ΣB	H=(C*E)+(D*F)
Hierro	m	0,042	4,5	0,6	0,4	0,1114	0,233	0,1599
Tool	m	0,091	3	0,6	0,4	0,2431	0,155	0,2079
Vinil	m	0,024	2	0,5	0,5	0,0652	0,103	0,0843
Vidrio	m	0,100	5	0,3	0,7	0,2674	0,258	0,2611
Madera	m	0,021	2,5	0,6	0,4	0,0557	0,129	0,0851
Lona	m	0,080	2,3	0,5	0,5	0,2139	0,119	0,1664
Adhesivo	m	0,023	2	0,4	0,6	0,0615	0,103	0,0866
Caucho	m	0,025	2	0,5	0,5	0,0668	0,103	0,0851
Tornillos	c/caja (1000)	0,008	0,3	0,7	0,3	0,0214	0,016	0,0196
Clavos	c/caja (1000)	0,008	0,28	0,7	0,3	0,0214	0,014	0,0193
Suelda	c/caja (100)	0,010	2,3	0,7	0,3	0,0267	0,119	0,0544
Pega	c/galon	0,012	2,04	0,6	0,4	0,0321	0,105	0,0614
Pintura	c/galon	0,012	2,07	0,6	0,4	0,0321	0,107	0,0620
Acilico	c/galon	0,012	2,07	0,6	0,4	0,0321	0,107	0,0620
Tintas	c/galon	0,012	2,03	0,6	0,4	0,0321	0,105	0,0612
Lamparas	c/u	0,030	1,3	0,7	0,3	0,0802	0,067	0,0763
Plastico	mts	0,026	1,8	0,4	0,6	0,0695	0,093	0,0836

## Anexo 1



EMPRESA Señal X ROL DE PAGOS (01/12/2017)

CARGO	N°	INGRESOS			TOTAL INGRESOS	DEDUCCIONES				TOTAL DEDUCCIONES	FONDO RESERVA	LIQUIDO A RECIBIR
		SUELDO	HORAS EXTRAS	COMISIONES		9,35% AP. PERS.	MULTAS	ANTICIPOS SUELDOS	COMISARIATO			
		A	B	C	D=A+B+C	E=D*9.35%	F	G	H	I=E+F+G+H	J=D*8,33%	K=D-I+J
Estibador	1	395	79	0	474	44,32	0	0	0	44,32	39,48	469,17
Montacarguista	2	460	92	0	552	51,61	0	0	0	51,61	45,98	546,37
Chofer	3	400	0	0	400	50,49	0	0	0	37,40	44,98	395,92
ADMINISTRATIVO 1	4	450	0	0	450	42,08	0	0	0	42,08	37,49	445,41
ADMINISTRATIVO 2	5	500	0	0	500	46,75	0	0	0	46,75	41,65	494,90

IESS		PROVISIONES			
12,15% APOORTE PATRONAL	FONDO DE RESERVA	XIII SUELDO	XIV SUELDO	VACACIONES	C. TOTAL
L=D*12,15%	M=D*8,33%	N=D/12	O=385/12	P=D/24	
57,59	39,48	39,5	32,67	19,75	662,99
67,068	45,98	46	32,67	23	766,72
48,6	33,32	33,33	32,67	16,67	564,59
54,675	37,49	37,50	32,67	18,75	631,08
60,75	41,65	41,67	32,67	20,83	697,57

	H/H	H. EXTRAS	COSTO H/H	C. H. EXTRA	C. TOTAL	
	1	2	3=A/160	4=H/H*2	CT=(1*3)+(2*4)	
MOD =	1429,71	160	16	2,46875	4,9375	474
		160	16	2,875	5,75	552
		160	0	2,5	5	400
C. ADM =	1328,64	160	0	2,8125	0	450
CA*5%=	66,4322	160	0	3,125	0	500

Anexo 2



Observaciones de manipulación de MP por 5 días en lapsos de 15 min									
Día	N	Hierro	Toll	Vinil	Vidrio	Madera	Lona	Varios	
Día 1	1	x							
	2	x							
	3		x						
	4						x		
	5			x					
	6			x					
	7						x		
	8						x		
	9					x			
	10					x			
	11							x	
	12					x			
	13	x							
	14		x						
	15							x	
	16	x							
	17						x		
	18						x		
	19	x							
	20								x

Observaciones de manipulación de MP por 5 días en lapsos de 15 min									
Día	N	Hierro	Toll	Vinil	Vidrio	Madera	Lona	Varios	
Día 2	1						x		
	2		x						
	3		x						
	4	x							
	5	x							
	6							x	
	7						x		
	8						x		
	9	x							
	10							x	
	11	x							
	12						x		
	13						x		
	14					x			
	15				x				
	16								x
	17					x			
	18					x			
	19	x							
	20				x				

*Anexo 3*



Observaciones de manipulación de MP por 5 días en lapsos de 15 min								
Día	N	Hierro	Toll	Vinil	Vidrio	Madera	Lona	Varios
Día 3	1				x			
	2							x
	3		x					
	4							x
	5	x						
	6						x	
	7							x
	8	x						
	9				x			
	10						x	
	11						x	
	12							x
	13			x				
	14							x
	15	x						
	16					x		
	17				x			
	18						x	
	19					x		
	20	x						

Observaciones de manipulación de MP por 5 días en lapsos de 15 min								
Día	Hierro	Toll	Vinil	Vidrio	Madera	Lona	Varios	Hierro
Día 4	1							x
	2	x						
	3							x
	4							x
	5				x			
	6							x
	7				x			
	8	x						
	9	x						
	10	x						
	11						x	
	12							x
	13						x	
	14						x	
	15					x		
	16					x		
	17						x	
	18			x				
	19					x		
	20			x				

*Anexo 3*



Observaciones de manipulación de MP por 5 días en lapsos de 15 min								
Día	Hierro	Toll	Vinil	Vidrio	Madera	Lona	Varios	Hierro
Día 5	1				x			
	2						x	
	3			x				
	4	x						
	5							x
	6			x				
	7						x	
	8							x
	9	x						
	10						x	
	11					x		
	12							x
	13							x
	14	x						
	15	x						
	16							x
	17						x	
	18						x	
	19					x		
	20				x			
		22	9	10	15	20	14	10

Anexo 3



NÚMERO PROMEDIO DE MANIPULACIONES AL DÍA POR PRODUCTO							
DIA DE OBSERVACION	Hierro	Toll	Vinil	Vidrio	Madera	Lona	Otros
DIA 1	392	79	13	102	256	21	201
DIA 2	286	62	10	62	165	12	132
DIA 3	234	57	12	77	302	15	145
DIA 4	104	43	16	75	293	18	184
DIA 5	510	71	11	85	213	14	140
SUMA	1.526	312	62	401	1229	80	802
<b>PROMEDIO</b>	<b>305</b>	<b>62</b>	<b>12</b>	<b>80</b>	<b>246</b>	<b>16</b>	<b>160</b>

*Anexo 4*

PROMEDIO DE COMPRA DE INSUMOS/MES						
Mes	Hierro	Toll	Vinil	Vidrio	Madera	Lona
Mes 1	1.300	238	57	382	1.029	72
Mes 2	1.250	300	38	324	873	59
Mes 3	1.110	220	62	297	1.040	60
Mes 4	1.228	242	43	281	990	65
Suma	4.888	1.000	200	1.284	3.932	256
Promedio	1.222	250	50	321	983	64

*Anexo 5*



## Bibliografía

“Señal X Cía. Ltda.”. (s.f.).

A I Solano. (2003). Toma de decisiones gerenciales. *Toma de decisiones gerenciales* .

Ballou. (2004). *Logística, Administración de la cadena de suministros*. México: Pearson.

Ballou, R. (2004). *Logistica Administracion de la cadena de suministro*. Mexico.

Ballou, R. (2006). The evolution and future of logistics and supply chain management. *Produção* , 375-386.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). *BID*. Obtenido de logisticsportal.

Chase, Aquilano, and Jacobs. (2002). *Administración de producción y operaciones*. New York: McGraw-Hill.

Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2008). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros*. México: McGraw-Hill.

*Contabilidad de Costos* 1997 Bogotá McGraw-Hill

Coronel, K. T. (2017). Cuenca: Universidad de Cuenca.

Council of Supply Chain Management Professionals. (2015). *CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary*. Obtenido de Página web de Council of Supply Chain Management Professionals:  
[http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921](http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921)

Echeverría, A. A. (2017). Calidad de los costos logísticos para la toma de decisiones. *Logística* .



Ekos. (Abril de 2017). *Ecuador Produce*. Recuperado el 25 de 07 de 2018, de <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=8902>

Estrada, S., Restrepo, L., & Ballesteros, P. (2010). Análisis de los Costos Logísticos en la Administración de la Cadena de Suministro. *Scientia Et Technica* , 272-277.

*file:///E:/Mis%20documentos/Downloads/ISO-9001-2000\_Requisitos.pdf*

González González, P., y Bermúdez, T. (2010). *Fuentes de información, indicadores y herramientas más usadas por gerentes de Mipyme*. Contaduría Y Administración. Cali Colombia.

González, P., & Bermúdez, T. (2010). *Fuentes de información, indicadores y herramientas más usadas por gerentes de Mipyme*. Cali, Colombia.

H. R. Álvarez, Ph. D. (2003). *Introducción a la Toma de Decisiones Gerenciales*. Panamá.

Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana. (2009). *Análisis del Potencial de Integración Productiva y Desarrollo de Servicios Logísticos de Valor Agregado de Proyectos IIRSA*. Buenos Aires: BID.

Krajewski, L. L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones*. Mexico: Pearson Educación.

Logistics World. (2015). *Logistics: Logistics World*. Obtenido de Página Web Logistic World: <http://www.logisticsworld.com/logistics.htm>

March, J. G. (1976). *A primer on decision making: how decision happen*. New York.

Mathur, K., & Solow, D. (1996). *Investigación de Operaciones, El arte de la toma de decisiones* (Quinta ed.). México, México: Prentice Hall.



Ortiz, M., Valdés, P., & Arias, E. (2013). Desempeño logístico y rentabilidad económica. Fundamentos teóricos y resultados prácticos. *Economía y Desarrollo* .

Parra, M., & Bernal, J. (04 de 2015). Obtenido de Auditoría de Gestión de la ISO 9001- 2008 Gestión de calidad:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21547/1/TESIS.pdf>

Ramirez, D. (1997). *Contabilidad Administrativa*. Mexico: McgrawHill.

Ramos, Sanchez, Ferrer, Barquin, Linares. (2010). Modelos matematicos de Optimizacion . En S. F. Ramos, *Modelos matematicos de Optimizacion* . Madrid.

Señal X Cía. Ltda. (s.f.).