

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO**



## **“REDUCCIÓN DE TIEMPO EN ENTREGA DE MATERIALES A LÍNEAS DE PRODUCCIÓN”**

Opción 2: Titulación Integral – Tesis Profesional

Elaborada por:

**JOSÉ LUIS ANDRADE MERCADO**

Que presenta para obtener el título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Asesor:

**M.I. CRISTINA OROZCO TRUJILLO**

# “REDUCCIÓN DE TIEMPO EN ENTREGA DE MATERIALES A LÍNEAS DE PRODUCCIÓN”

Elaborada por:

**José Luis Andrade Mercado**

Aprobado por.....

M.I. Cristina Orozco Trujillo  
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial  
Asesor de tesis profesional

Revisado por.....

M.C. Juan Hernández Paredes  
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial  
Revisor de tesis profesional

Revisado por.....

M.D.O Jesús Amparo Morales Guzmán  
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial  
Revisor de tesis profesional



LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto., 12/Noviembre/2019

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

Ing. J. Trinidad Tapia Cruz  
Director Académico y de Estudios Profesionales  
ITSUR  
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

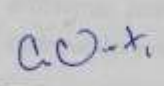

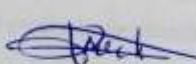
Nombre de estudiante y/o egresado(a): José Luis Andrade Mercado	
Carrera: Ingeniería Industrial	Núm. de control: D10120104
Nombre del proyecto: Reducción de tiempo en entrega de materiales a líneas de producción	
Producto: Opción 2: Titulación Integral – Tesis Profesional	

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestras y nuestros egresados.

ATENTAMENTE

  
 Nombre del Coordinador  
 Ing. Gabriel Magaña Guzmán  
 ITSUR

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo.

		
Nombre y Firma de Asesor(a) M.I. Cristina Orozco Trujillo	Nombre y Firma del Revisor(a)* 1 M.C. Juan Hernández Paredes	Nombre y Firma del Revisor(a)* 2 M.D.O. Jesús Amparo Morales Guzmán

c.c.p.- Expediente

Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato



JORDINACIÓN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Julio 2017

## **Título de la tesis: Reducción de tiempo en entrega de materiales a líneas de producción.**

La finalidad de esta investigación, es reducir el tiempo de entrega de materiales a líneas de producción, así como la recolección de producto terminado. El tiempo con el que actualmente se está realizando la entrega es muy tardado.

### **Resumen y abstract:**

El presente trabajo de investigación, es un proyecto de mejora que se realiza tomando como objeto de estudio a la empresa automotriz KOSTAL mexicana, Acámbaro, Guanajuato. Se identificó como problema principal, el tiempo de entrega de material del almacén a líneas de producción, así como, el tiempo de recolección de materia prima, tomando como prioridad a investigar, las causas en el proceso de entrega y recolección de material. El objetivo de este proyecto es reducir el tiempo de entrega y recolección de material para lograr una mejora en el cumplimiento de entregas de material.

La metodología que se utilizó para esta investigación, fue un estudio de campo, de carácter práctico, donde se llevó a cabo una observación para determinar el problema, posteriormente, se realizó la toma de tiempo para determinar una distribución y diseñar una ruta para entregar y recolectar producto terminado.

En el diagnóstico que se llevó a cabo, se encontró que la empresa actualmente no cuenta con una ruta establecida para la entrega de material, así como la recolección de producto terminado. Concluyendo con la propuesta que se determinó, se logró reducir el tiempo en la entrega de materiales así como en la recolecta de producto terminado.

### **El Abstract.**

The present research work is an improvement project that is carried out taking as an object of study the Mexican automobile company KOSTAL, Acámbaro, Guanajuato.

The main problem was the time of delivery of material from the warehouse to production lines, as well as the time of raw material collection, taking as a priority to investigate, the causes in the process of delivery and collection of material. The objective of this project is to reduce the time of delivery and collection of material to achieve an improvement in the fulfillment of deliveries of material.

The methodology that was used for this research was a field study, of a practical nature, where an observation was carried out to determine the problem, then the time was taken to determine a distribution and design a route to deliver and Collect finished product.

In the diagnosis that was carried out, it was found that the company currently does not have an established route for the delivery of material, as well as the collection of finished product. Concluding with the proposal that was determined, it was possible to reduce the time in the delivery of materials as well as in the collection of finished product.

**Palabras claves** (*keywords*)

- Líneas de producción.
- Almacén.
- Mejora.
- Tiempo.
- Rutas de entrega.
- Rutas de recolección de material.

## **Keywords**

- Production lines.
- Warehouse.
- Improvement.
- Weather.
- Delivery routes.
- Material collection routes.

## **Agradecimientos.**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo merecen reconocimiento especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

De igual forma, agradezco a mi Director de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

## **Dedicatoria.**

Se le dedico al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña y siempre me levanta de mi tropiezo, a las personas que más amo, con mi más sincero amor.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

Me formaron con reglas y con algunas responsabilidades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

Gracias madre, padre y personas que amo.



## ÍNDICE

Capítulo 1 .....	13
Introducción.....	13
Capítulo 2 .....	14
Marco teórico (Antecedentes).....	14
2.- Como está constituido el tiempo total de un trabajo.....	14
2.1.- Estudio de tiempos.....	14
2.2.- Estudio de movimientos. ....	16
2.3.- Diagrama de operaciones. ....	16
2.3.1.- Diagrama de flujo.....	17
2.3.2.- Diagrama de recorrido. ....	18
2.3.3.- Diagrama bimanual.....	18
2.3.3.1.- Movimientos eficientes.....	20
2.3.3.2.- Movimientos ineficientes. ....	20
2.4.- Metodología DMAIC.....	20
2.4.1.- Definir.....	22
2.4.2.- Medir.....	22
2.4.3.- Analizar.....	23
2.4.4.- Mejorar.....	23
2.4.5.- Controlar. ....	24
Capítulo 3.....	25
Planteamiento del problema .....	25
3.1. Identificación.....	25
3.1.1 Hipótesis.....	25
3.2. Justificación. ....	26

3.3. Alcance.....	26
Capítulo 4.....	28
Objetivos.....	28
4.1. Objetivos generales.....	28
4.2. Objetivos específicos.....	28
Capítulo 5.....	29
Metodología.....	29
Capítulo 6.....	39
Resultados.....	39
Capítulo 7.....	43
Análisis de Resultados.....	43
Capítulo 8.....	44
Conclusiones y trabajo a futuro.....	44
Referencias bibliográficas.....	45

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.**

Ilustración 1 Ruta de entrega de material.....	32
Ilustración 2 Ruta para recolectar el producto terminado. ....	33
Ilustración 3 Ruta propuesta para entrega de material.....	36
Ilustración 4 Ruta propuesta para recolectar el producto terminado. ....	37
Ilustración 5 Ruta propuesta para entregar material Ilustración y Ruta para recolectar producto terminado. ....	40

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Símbolos del diagrama de operaciones. ....	17
Tabla 2 Símbolos utilizados en el diagrama de flujo. ....	18
Tabla 3 Therbligs.....	20
Tabla 4 Guía de observación para entregar el material a líneas de producción....	30
Tabla 5 Tabla de tiempos obtenidos del proceso actual de entrega de materia a líneas.....	31
Tabla 6 Resultados obtenidos de las rutas.....	34
Tabla 7 Tiempos en un turno de 8 horas.....	34
Tabla 8 Comparación de resultados de los tiempos de los procesos.....	38
Tabla 9 Comparación de rutas para entregar la materia prima y recolección de producto terminado. ....	41
Tabla 10 Comparación de resultados de los procesos.....	43

## **Capítulo 1**

### **Introducción.**

En la presente investigación se realizó un proyecto de mejora en KOSTAL mexicana Acámbaro, Guanajuato, se realiza la investigación a raíz de la identificación del problema principal, el cual es el tiempo de entrega de materiales y de recolección de materiales.

Se pretende disminuir el tiempo de entrega de materiales a líneas de producción así como el tiempo de recolectar el producto terminado. Para ello, se llevó a cabo una observación en la entrega de materiales así como en la recolecta de producto terminado, se pudo observar que la persona encargada de ambas actividades no llevaba a cabo un ruta fija para dichas actividades.

La investigación se realizara a través del desarrollo de objetivos, comenzando por el objetivo general donde se pretende disminuir el tiempo en un 20% y los objetivos específicos, donde en el primer y segundo objetivo específico se va a realizar un diagnóstico de entrega material y la recolección del producto terminado. En el tercer objetivo específico se hará una propuesta para la mejora del problema encontrado y como cuarto objetivo se realizara una comparación de la situación actual con la propuesta dada.

Concluyendo con la propuesta dada se lograra reducir el tiempo de entrega y recolección de material, disminuyendo en un 20% el tiempo en la entrega, de tal modo se demostrara que la propuesta es rentable para la empresa; aceptando la hipótesis planteada.

## **Capítulo 2**

### **Marco teórico (Antecedentes).**

Como antecedentes de la investigación, no se tiene ningún dato anterior a dicha investigación, ya que para esta investigación no se ha realizado ningún tipo de estudio. Puesto que en el tiempo que la empresa ha laborado, no se ha llevado a cabo algo referente a la investigación.

El estudio de trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando.

Por otro, lado el estudio de trabajo tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, disminuir o modificar el proceso para reducir actividades innecesarias y fijar un tiempo en la realización del proceso.

Para encontrar el problema con el que cuenta la empresa, se realizó una observación en la entrega de material y la recolección de material.

#### **2.- Como está constituido el tiempo total de un trabajo.**

Puede considerarse que el tiempo que tarda un trabajador o una maquina en realizar una actividad. El contenido básico de trabajo es el tiempo que se invertirá en fabricar un producto o realizar un proceso.

La utilidad del estudio de trabajo es perfeccionar las operaciones en el lugar de trabajo. El estudio de trabajo da resultados porque es sistemático, tanto para investigar los problemas como para buscarles solución. (Criollo., 2005)

#### **2.1.- Estudio de tiempos.**

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras

personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. (Freivalds & W. Niebel, 2014)

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida. (Mayers, 2000)

Estudio de tiempos es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. (Freivalds & W. Niebel, 2014)

Hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el regresos a cero.

En el método continuo se deja correr el cronometro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronometro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronometro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil. (Freivalds & W. Niebel, 2014)

En el método de regreso a cero el cronometro se lee a la terminación de cada elemento y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronometro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronometro al finalizar este elemento y regresa a cero otra vez y así sucesivamente durante el estudio. (Freivalds & W. Niebel, 2014)

El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

## **2.2.- Estudio de movimientos.**

El estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo al realizar una actividad con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos y facilitar la tarea. (Mayers, 2000)

El estudio de movimientos analiza cuidadosamente los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. (Criollo., 2005)

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas, el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micromovimientos. El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo solo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas. (Freivalds & W. Niebel, 2014)

Este estudio se combina con el estudio de tiempos para obtener mejores resultados respecto a la eficiencia y la velocidad con que se lleva a cabo la tarea.

El objetivo del estudio de movimientos es eliminar, reducir los movimientos ineficientes y acelerar y optimizar los movimientos eficientes.




## **2.3.- Diagrama de operaciones.**

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que se realizan en las líneas de producción, así como las entradas de materia prima y materiales que se utilizan en el proceso de fabricación de los productos. (Criollo., 2005)

Al construir el diagrama de operaciones se utilizan 3 símbolos: un círculo que representa una operación, un cuadrado que representa una inspección y un círculo dentro de un cuadrado el cual representa una inspección que se realiza junto con una operación.



Símbolos del diagrama de operaciones.

Símbolo.	Significado.	Descripción.
	Operación.	Transformación de la materia prima.
	Inspección.	Revisión de calidad de la pieza trabajada.
	Operación – Inspección.	Realizar una operación y revisar la calidad.

**Tabla 1 Símbolos del diagrama de operaciones.**

La tabla anterior muestra una descripción de los símbolos utilizados en el diagrama de operaciones. (Freivalds & W. Niebel, 2014)

### **2.3.1.- Diagrama de flujo.**

El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de las actividades que se realizan en el proceso de producción, pero de forma más detallada que en el diagrama de operaciones. El diagrama de flujo se utiliza para registrar costos ocultos no productivos tales como distancias recorridas, demoras y almacenamientos temporales, que al ser detectados pueden analizarse para tomar medidas y minimizarlos. (Mayers, 2000)

El diagrama de flujo además de registrar las operaciones e inspecciones, muestra las siguientes actividades: transporte, representado con una flecha; almacenamiento, el cual se representa con un triángulo equilátero sobre uno de sus vértices; y demora, la cual se representa con una letra D mayúscula. (Mayers, 2000)

A continuación se describen los símbolos utilizados en el diagrama de flujo (tabla 2).

### Símbolos del diagrama de flujo.







Símbolo.	Significado.	Descripción.
	Operación.	Transformación de la materia prima.
	Inspección.	Revisión de calidad de la pieza trabajada.
	Operación – Inspección.	Realizar una operación y revisar la calidad.
	Transporte.	Trasladar un material de un lugar a otro.
	Almacenamiento.	Almacenar el producto o materia prima.
	Demora.	Material en espera de ser procesado.

Tabla 2 Símbolos utilizados en el diagrama de flujo.

### 2.3.2.- Diagrama de recorrido.

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de la planta en la que se muestra la localización de las actividades del diagrama de flujo. El diagrama de recorrido se construye colocando líneas de flujo al plano de distribución de la planta. Las líneas indican el movimiento del material de una actividad a otra. La dirección del flujo se debe indicar con pequeñas flechas sobre las líneas de flujo. (Freivalds & W. Niebel, 2014)

El diagrama de recorrido es una herramienta muy útil, ya que permite visualizar mejor las distancias entre cada una de las operaciones y la forma en que estas se encuentran distribuidas en la planta. (Mayers, 2000)

### 2.3.3.- Diagrama bimanual.

El diagrama bimanual muestra los movimientos realizados por ambas manos del operario. El objetivo de este diagrama es presentar una operación con suficiente detalle como para poder ser analizada y de esta forma mejorarla. (Criollo., 2005)

Frank y Lilian Gilbreth denominaron los movimientos de las manos con el nombre de therbligs, los cuales se dividen en efectivos y no efectivos. Los therbligs efectivos

son los que implican un avance directo en el progreso del trabajo, pueden acortarse pero no eliminarse; mientras que los no efectivos son los que no hacen avanzar el progreso del trabajo, estos, de ser posible, deben eliminarse. (Freivalds & W. Niebel, 2014)

A continuación se muestra la descripción de los therbligs efectivos y no efectivos (Tabla 3).

#### Therbligs efectivos.

Therblig	Símbolo.	Descripción.
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia; en general precede a soltar y va seguido de tomar.
Mover	M	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general está precedido por tomar y seguido de soltar o posicionar.
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar; en general está precedido por alcanzar y seguido por mover.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto; por lo común es el therblig más corto.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas; se detectan con facilidad en el avance del trabajo.
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover; seguido de soltar.

#### Therbligs no efectivos.

Therblig	Símbolo.	Descripción.
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios; comúnmente sigue a buscar.

Inspeccionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo; en general va precedido de mover y seguido de soltar (en contraste a durante para preposicionar).
Planear	I	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
Retraso inevitable	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación; por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano.
Retraso evitable	R	Sólo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos; depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

**Tabla 3 Therbligs.**

(Freivalds & W. Niebel, 2014)

### **2.3.3.1.- Movimientos eficientes.**

- De naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, soltar y precolocar en posición.
- De naturaleza objetiva o concreta: usa, ensamblar y desensamblar.

### **2.3.3.2.- Movimientos ineficientes.**

- Mentales o semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear.
- Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener.

## **2.4.- Metodología DMAIC.**

Para poder realizar mejoras significativas de manera consistente dentro de una organización, es importante tener un modelo estandarizado de mejora a seguir.

DMAIC es el proceso de mejora que utiliza la metodología Seis Sigma y es un modelo que sigue un formato estructurado y disciplinado. (Brue, 2002)

La metodología que se decidió utilizar para esta investigación fue la DMAIC; la cual consiste en cinco pasos, definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Los cinco pasos de la metodología DMAIC se definen a continuación. (Brue, 2002)

#### 1.-Definir el proyecto.

- Definir el propósito y alcance del proyecto.
- Reunir información sobre antecedentes del proceso y sobre los requerimientos y necesidades de sus clientes.

#### 2.- Medir la situación actual.

- Recolectar información sobre la situación actual para suministrar un esfuerzo correcto al objetivo de mejora.

#### 3.- Analizar para identificar causas.

- Identificar las causas raíz de los defectos.
- Confirmar con datos.

#### 4.- Mejorar.

- Desarrollar, probar e implementar soluciones que ataquen las causas raíz.
- Utilizar datos para evaluar los resultados de las soluciones y los planes utilizados para realizarlas.

#### 5.- Control.

- Mantener los logros obtenidos, mediante la normalización de sus procesos o métodos de trabajo.

- Anticipar mejoramientos futuros y hacer planes para preservar las lecciones aprendidas del proyecto.

#### **2.4.1.- Definir.**

Se refiere a definir los requerimientos del cliente y entender los procesos importantes afectados. Estos requerimientos del cliente se denominan CTQs (por sus siglas en inglés: Critical to Quality, Crítico para la Calidad). Este paso se encarga de definir quién es el cliente, así como sus requerimientos y expectativas. Además se determina el alcance del proyecto: las fronteras que delimitarán el inicio y final del proceso que se busca mejorar. En esta etapa se elabora un mapa del flujo del proceso. (Lowenthal., 2002)

Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores. (Escalante., 2012)

#### **2.4.2.- Medir.**

El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar. Se utilizan los CTQs para determinar los indicadores y tipos de defectos que se utilizarán durante el proyecto. Posteriormente, se diseña el plan de recolección de datos y se identifican las fuentes de los mismos, se lleva a cabo la recolección de las distintas fuentes, se organizan las hipótesis causa - efecto. Por último, se comparan los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida. (Lowenthal., 2002)

Una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso. Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso o producto que el cliente percibe como clave (variables de desempeño), y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño. A partir de estas variables se define la manera en

la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir que tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente. (Escalante., 2012)

#### **2.4.3.- Analizar.**

En esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Posteriormente se tamizan las oportunidades de mejora, de acuerdo a su importancia para el cliente y se identifican y validan sus causas de variación. (Brue, 2002)

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC. En esta etapa se seleccionan y se aplican herramientas de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Esto se hace mediante la formulación de diferentes hipótesis y la prueba estadística de las mismas para determinar qué factores son críticos para el desempeño final del proceso. (Escalante., 2012)

#### **2.4.4.- Mejorar.**

Se diseñan soluciones que ataquen el problema raíz y lleve los resultados hacia las expectativas del cliente. También se desarrolla el plan de implementación. (Brue, 2002)

Una vez que se ha determinado que el problema es real y no un evento aleatorio, se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando

corridas piloto dentro del proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe ser validada para asegurar que la mejora potencial es viable. De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema. (Escalante., 2012)

#### **2.4.5.- Controlar.**

Tras validar que las soluciones funcionan, es necesario implementar controles que aseguren que el proceso se mantendrá en su nuevo rumbo. Para prevenir que la solución sea temporal, se documenta el nuevo proceso y su plan de monitoreo. Solidez al proyecto a lo largo del tiempo. (Brue, 2002)

Finalmente, una vez que encontrada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo. Para esto debe de diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente. (Escalante., 2012)



## **Capítulo 3**

### **Planteamiento del problema**

**3.1. Identificación.** La industria automotriz KOSTAL Mexicana, ubicada en Acámbaro, Guanajuato, es un sector importante a nivel nacional, es fuente proveedora, dedica principalmente a la elaboración de autopartes de sistemas electrónicos, electromecánicos y macatrónicos, sus principales clientes son Chrysler, Ford, Mercedez Benz, VW, GM y Nissan.

Así tenemos, que entre los principales clientes de la empresa son Chrysler, en la cual, la empresa cuenta con 10 líneas de producción especialmente para su cliente principal.

En este marco se identificó como principal problema para la empresa, el retraso de entrega de material y recolección de producto terminado, ya que en su mayoría de veces, al momento de hacer entrega de material a líneas de producción la persona encargada de dicho proceso no tiene establecido una ruta para realizar la entrega de materia prima, lo cual provoca que su principal cliente que es Chrysler, no le hacen la entrega de materia prima.

Este problema ocasiona consecuencias en donde el personal encargado de las líneas de Chrysler, se dirige al almacén en busca de su materia prima para seguir con la producción. En el sistema de almacén, se dice que el material ya está en camino a líneas de producción, el cual, se encuentra en los carritos que transportan la materia prima, pero como la persona encarga de la entrega no tiene una ruta definida, muchas de las veces le hace entrega a las líneas de Chrysler hasta el final.

#### **3.1.1 Hipótesis.**

Para esta investigación, se hacen dos propuestas para resolver el problema encontrado.

### **Tipos de hipótesis:**

- Hipótesis de Investigación (Ho). Establecer un cambio en la ruta, la cual pretende disminuir el tiempo en la entrega de materia prima y en la recolección de producto terminado.
- Hipótesis nula (Hi). Establecer un cambio en la ruta, la cual no pretende disminuir el tiempo en la entrega de materia prima y en la recolección de producto terminado.

**3.2. Justificación.** La presente investigación se enfoca en reducir los tiempos de entrega de materia prima a líneas de producción de KOSTAL, Acámbaro, Guanajuato, ya que en la empresa hay mucho reclamo de su línea principal (Chrysler), porque su materia prima tarda mucho en llegar a sus líneas y el tiempo en entregar es muy tardado.

Así, el presente trabajo permitirá mostrar los cambios en la ruta de entrega de materia prima a líneas de producción, esto permitirá no solo aumentar la eficiencia en la entrega, sino evitar reclamos de las líneas por entregar tarde y mejorar el tiempo de entrega.

**3.3. Alcance.** El proyecto se centra en modificar la ruta de entrega de materia prima a líneas de producción de KOSTAL, Acámbaro, Guanajuato, esto incluye:

En primer lugar, realizar un diagnóstico actual de la entrega de materia prima a líneas de producción, esto implica, tomar tiempos del proceso y verificar cual es la ruta que llevan a cabo para dicha entrega.

En segundo lugar, realizar un diagnóstico actual de la recolección de producto terminado, lo cual debemos tomar tiempos de cuánto tarda en recoger el producto y su ruta que realizan para dicho proceso.

En tercer lugar, analizar los datos obtenidos de los diagnósticos, por medio de una guía de observación, se registraran los datos obtenidos con la finalidad de verificar cuanto tiempo tardan y observar la ruta que llevan a cabo.

En cuarto lugar, realizar la propuesta de las rutas para ambos procesos.

En quinto lugar, implementar las propuestas dadas y dárselas a las personas que se encargan del proceso para que las lleven a cabo y tomar los tiempos con la propuesta.

En sexto lugar, analizar los datos de las propuestas implementadas, mediante una guía de observación registrar los tiempos obtenidos de las propuestas para ambos procesos.

En séptimo lugar, comparar los resultados y verificar si hubo cambios o no en ambos procesos.

## **Capítulo 4**

### **Objetivos**

Tipos de objetivos a desarrollar en la investigación:

**4.1. Objetivos generales.** Reducir en un 20% el tiempo en la entrega de material a líneas de producción de la empresa KOSTAL Mexicana, ubicada en Acámbaro, Guanajuato.

**4.2. Objetivos específicos.**

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual en la entrega de materia prima a líneas de producción.
2. Realizar un diagnóstico de la situación actual en recolectar el producto terminado.
3. Analizar los datos del diagnóstico de la situación actual con la que cuenta la empresa.
4. Realizar una propuesta, en donde se diseñe una ruta para la entrega de materia prima a líneas de producción y una ruta para recolectar el producto terminado.
5. Implementar las propuestas.
6. Analizar los datos que se tomaron de las propuestas implementadas.
7. Comparar la propuesta planteada, con la ruta que actualmente se está llevando a cabo en ambos procesos.

## **Capítulo 5**

### **Metodología**

Para encontrar la solución al problema, se llevara a cabo por medio de una metodología DMAIC.

#### **Definir el problema.**

Como primer paso se definirá el problema encontrado, en este marco se identificó como principal problema para la empresa, el retraso de entrega de material y recolección de producto terminado, ya que, en su mayoría de veces, al momento de hacer entrega de material a líneas de producción la persona encargada de dicho proceso no tiene establecido una ruta para realizar la entrega de materia prima, lo cual provoca que su principal cliente que es Chrysler, no le hacen la entrega de materia prima.

Este problema ocasiona consecuencias en donde el personal encargado de las líneas de Chrysler, se dirige al almacén en busca de su materia prima para seguir con la producción. En el sistema de almacén, se dice que el material ya está en camino a líneas de producción.

#### **Medir el problema.**

Para llevar a cabo una medición al problema encontrado, se realizó una guía de observación, como se presenta en la tabla siguiente:

Guía de observación.

N°	Puntos a revisar.	Si	No	Observación
1	La persona que se encarga de llevar la materia prima a las líneas de producción tiene una ruta definida.		X	Por lo regular la persona encargada sale por la puerta más cercana en donde se encuentre.
2	La persona encargada de llevar la materia prima a líneas de producción siempre es la misma persona.		X	Varía dependiendo del turno.
3	La persona encargada de llevar la materia prima trae ordenado su material para cada línea.		X	Busca el material para para dejarlo en cada línea.
4	La persona que se encarga de recolectar el producto terminado de líneas de producción tiene una ruta definida.		X	Recolecta el producto terminado por donde él quiera.
5	Ordena el producto terminado.		X	Los coloca como sea

**Tabla 4 Guía de observación para entregar el material a líneas de producción.**

De acuerdo a la guía de observación, no existe una ruta bien definida para entregar la materia prima a las líneas de producción, ni existe una ruta para la recolecta del producto terminado. Otro punto que no se lleva acabo, es la organización al momento de entregar la materia prima, lo cual ocasiona, retrasó en el tiempo.

Del proceso mencionado anteriormente, se tomó el tiempo sin parar el reloj, desde que sale del almacén hasta que regresa al almacén. Se tomó el tiempo 5 veces al proceso, dando como resultado de dicho proceso es de 66 minutos en tiempo promedio. En la tabla siguiente se muestra los tiempos que se tomaron:

Tiempos tomados en entrega de material con la ruta actual.								
	Frecuencias tomadas.	Tiempo	Unidad	Cajas surtidas	Tiempo en bajar cajas.	Unidad	Tiempo promedio	Unidad
1	Muestra	47.71	Minutos	66	17.30	Minutos	65.01	Minutos
2	Muestra	44.13	Minutos	59	15.43	Minutos	59.56	Minutos
3	Muestra	55.12	Minutos	60	17.63	Minutos	72.75	Minutos
4	Muestra	40.50	Minutos	55	19.35	Minutos	59.85	Minutos
5	Muestra	55.35	Minutos	65	20.50	Minutos	75.85	Minutos
	Tiempos promedios	48.46	Minutos	61	18.04	Minutos	66.60	Minutos

**Tabla 5** Tabla de tiempos obtenidos del proceso actual de entrega de materia a líneas.

Para realizar el proceso de entrega de material, la persona encargada realiza la ruta, como se muestra en la siguiente ilustración:

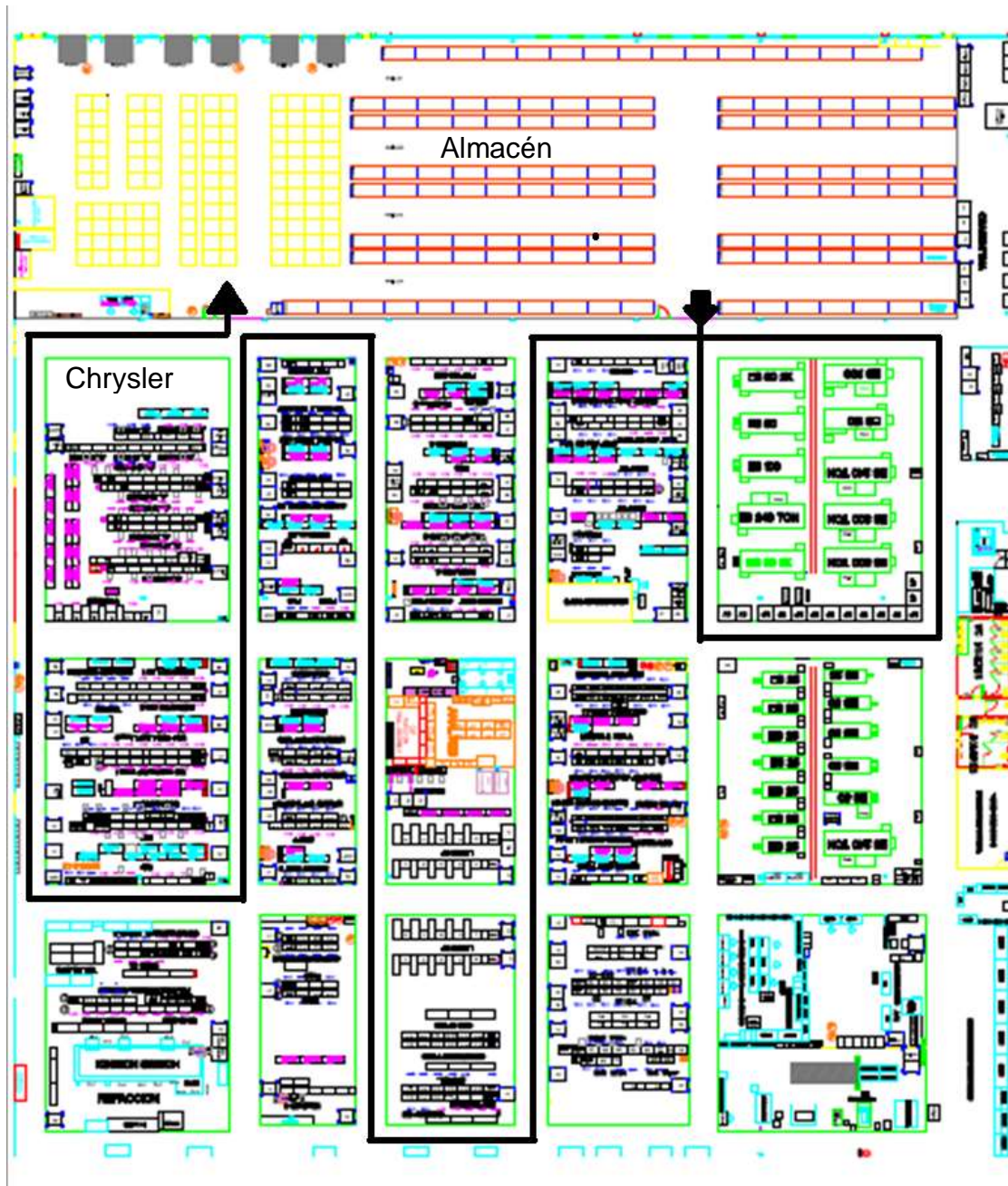


Ilustración 1 Ruta de entrega de material.

Para la ruta mencionada anteriormente, se tomó el tiempo sin parar el reloj, desde que sale del almacén hasta que regresa al almacén, el resultado de dicho proceso es de 66 minutos. En el proceso, hace entrega de material a las líneas de producción (Chrysler) de mayor demanda hasta el final, por lo tanto, la operadoras de las líneas



acuden al almacén en busca de su material para seguir con la producción. La respuesta obtenida por el área de almacén, es que ya está en el carrito para la entrega del material, ya solo es esperar a que llegue a su línea.

Para realizar el proceso de recolecta de producto terminado, la persona encargada realiza la siguiente ruta:

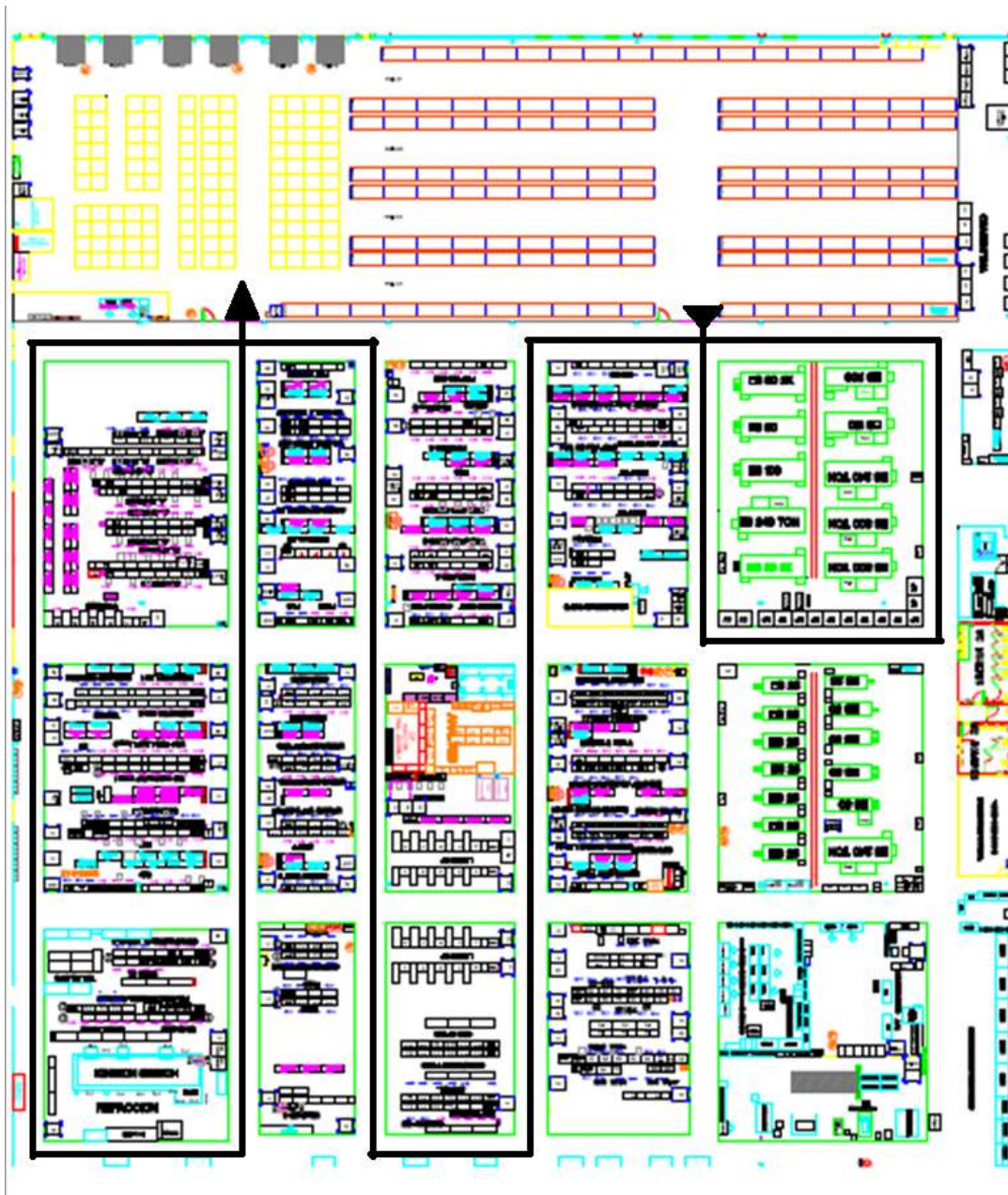


Ilustración 2 Ruta para recolectar el producto terminado.

Para la ruta mencionada anteriormente, se tomó el tiempo sin parar el reloj, desde que sale del almacén hasta que regresa al almacén, el resultado de dicho proceso es de 56 minutos. En el proceso de recolección de producto terminado, la persona encargada, realiza una ruta muy extensa y pasa por lugares en donde no hay puntos de producto terminado.

**Analizar el problema.**

Determinando lo que se midió anteriormente, los resultados que se obtuvieron se muestran en él la siguiente tabla:

Resultados de las rutas

Tiempo.	Proceso.	Observación.
66 minutos.	Entrega de material a líneas de producción.	No llevan una ruta definida y no tienen orden.
46 minutos.	Recolección de producto terminado.	No llevan una ruta definida.

**Tabla 6 Resultados obtenidos de las rutas.**

De igual manera, se midió el tiempo total en un turno de 8 horas de trabajo, que se muestra en la siguiente tabla:

Resultados de tiempos

Tiempo.	Proceso.
132 minutos.	Entrega de material a líneas de producción.
92 minutos.	Recolección de producto terminado.

**Tabla 7 Tiempos en un turno de 8 horas.**

**Implementar las rutas propuestas.**

Para llevar un control, se realizó una ruta para entregar el producto terminado, comenzando a dejar el producto en las líneas que son de mayor demanda para la empresa, terminando con las líneas de menor demanda, de igual forma se le hizo la indicación al personal encargado de dicho proceso, mencionando, que deberían colocar la materia prima, que es de mayor demanda, hasta arriba de las que son de menor demanda. La ruta propuesta queda de la siguiente manera:

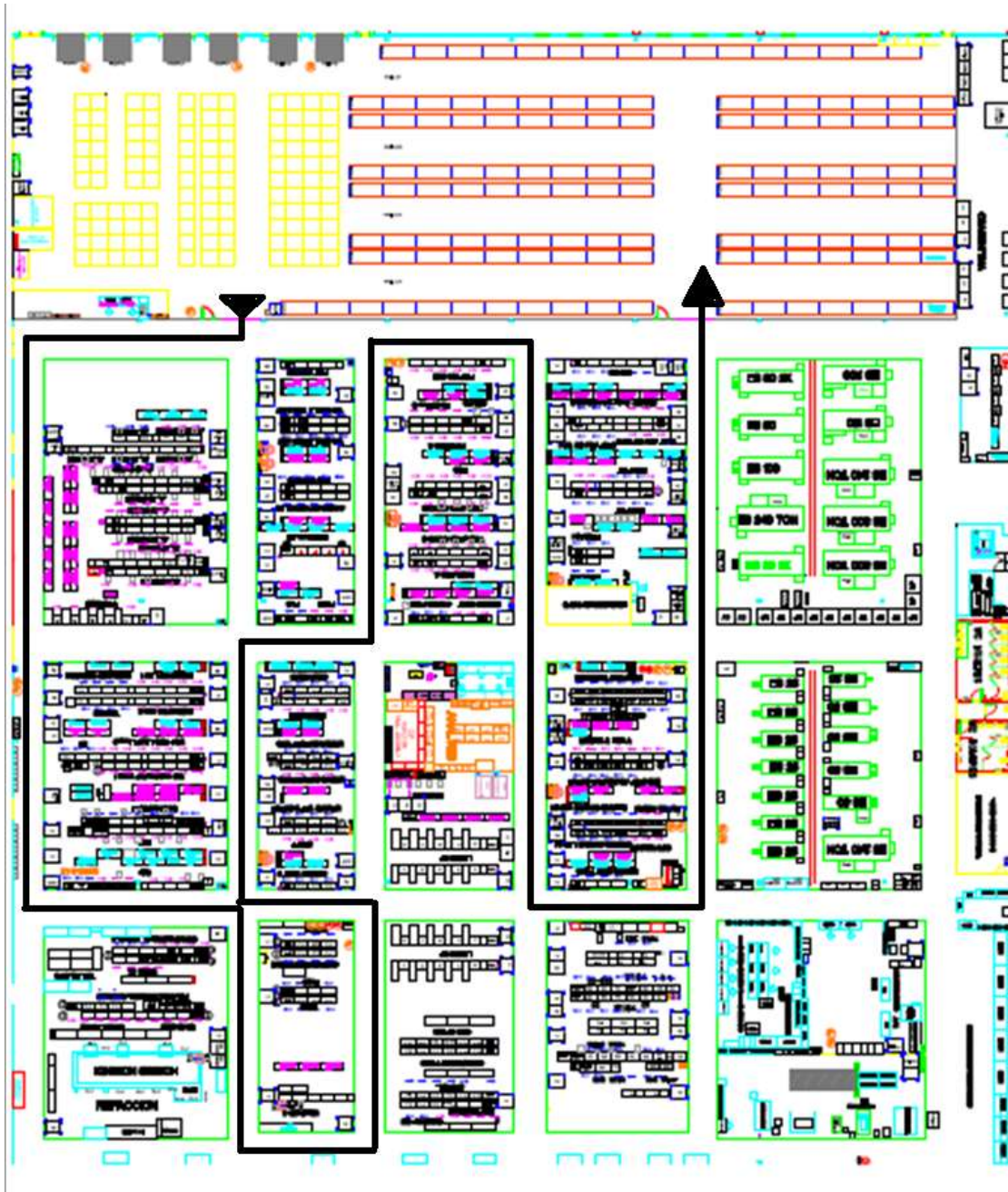


Ilustración 3 Ruta propuesta para entrega de material.

Para recolectar el producto terminado, se realizó la propuesta de una ruta, en donde el personal encargado de recolectar el producto terminado, no tiene una ruta fija de dicho proceso. La propuesta queda de la siguiente manera:

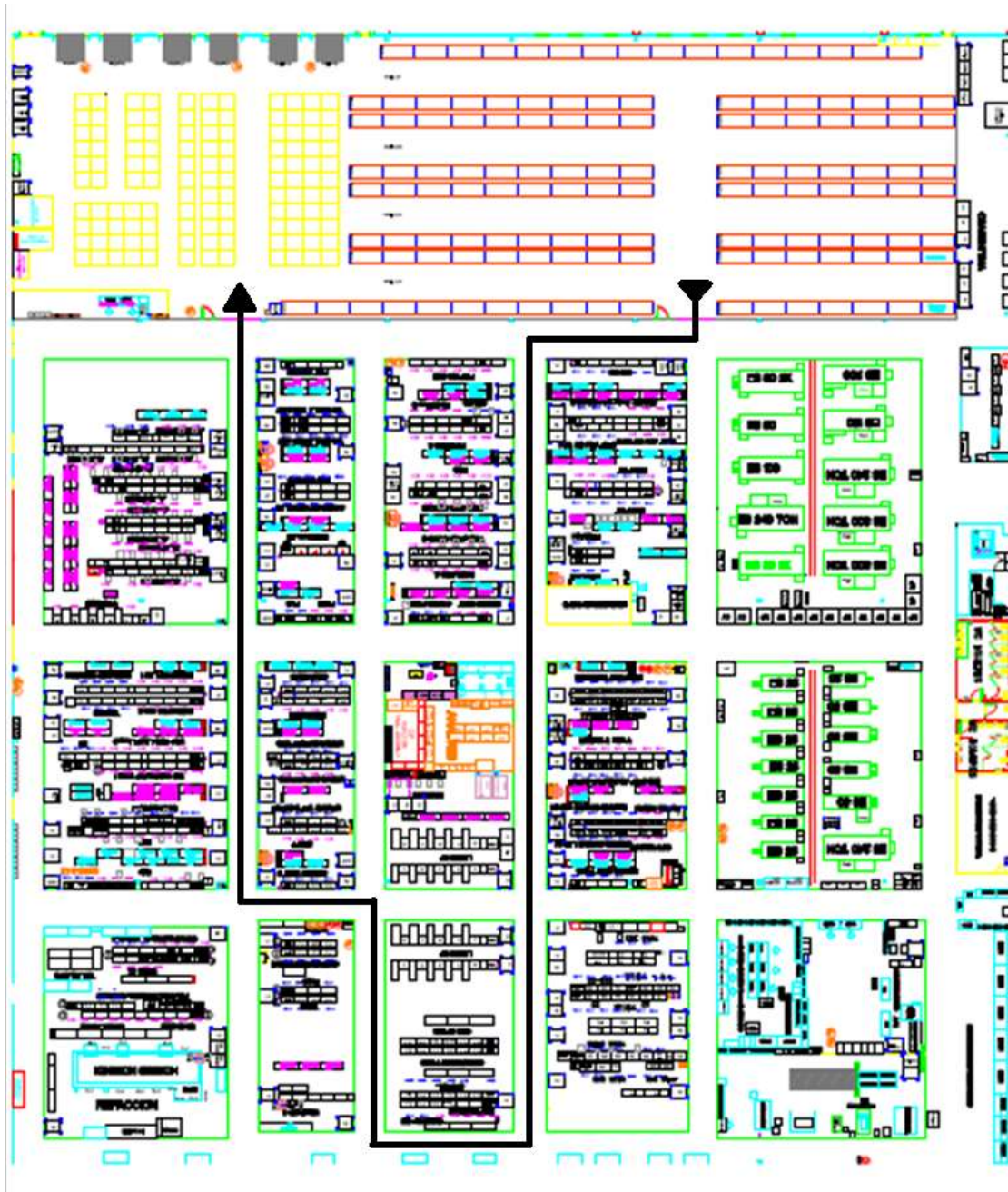


Ilustración 4 Ruta propuesta para recolectar el producto terminado.

### Control y Mejorar el proceso.

Los resultados obtenidos con las rutas propuestas realizadas son los siguientes:

Resultados de tiempos en procesos.

Rutas antiguas	Tiempo	Rutas propuestas	Tiempo	Diferencia
Ruta para entregar el material	66 minutos	Ruta para entregar el material	46 minutos	20 minutos
Ruta para recolectar el producto terminado	56 minutos	Ruta para recolectar el producto terminado	37 minutos	20 minutos

**Tabla 8 Comparación de resultados de los tiempos de los procesos.**

En la tabla anterior, se puede observar los tiempos que se obtuvieron con el ritmo de trabajo con el que actualmente se está trabajando, en donde para entregar la materia prima tarda 66 minutos y para recolectar el producto terminado tardan 56 minutos. Con las rutas propuestas para ambos procesos se obtuvo en tiempo para entregar el producto terminado de 46 minutos, de igual manera, disminuyeron los reclamos de las líneas de mayor demanda, mientras que para recolectar el producto terminado, se obtuvo un tiempo de 37 minutos.

La diferencia para entregar la materia prima fue de 20 minutos y para recolectar el producto terminado fue de 20 minutos. El porcentaje en reducir el tiempo para entregar las materia prima fue de 30.30% y para recolectar el producto terminado fue de 33.92%.

## Capítulo 6

### Resultados

#### Desarrollo del objetivo 1.

**Realizar un diagnóstico de la situación actual en la entrega de materia prima a líneas de producción.**

Para realizar el diagnóstico en la entrega de materia prima, se realizó por medio de una guía de observación, donde se identificó, que no se cuenta con una ruta definida y no tiene ordenado el producto que va a entregar. Ver la tabla 4, que se encuentra ubicada en la metodología.

#### Desarrollo del objetivo 2.

**Realizar un diagnóstico de la situación actual en recolectar el producto terminado.**

Para realizar el diagnóstico en la recolección de producto terminado, se realizó por medio de una guía de observación, donde se identificó, que no se cuenta con una ruta definida y no ordena el producto que recolecta. Ver la tabla 4, que se encuentra ubicada en la metodología.

#### Desarrollo del objetivo 3.

**Realizar una propuesta, en donde se diseñe una ruta para la entrega de materia prima a líneas de producción y una ruta para recolectar el producto terminado.**

Se diseñó una ruta para entregar la materia prima y una ruta para recolectar el producto terminado, con la finalidad de reducir el tiempo para ambos procesos. Ver ilustración 3, ubicada en la metodología, para ver la ruta propuesta de entrega de

material y ver la ilustración 4, ubicada en la metodología, para ver la ruta propuesta para recolectar el producto terminado.

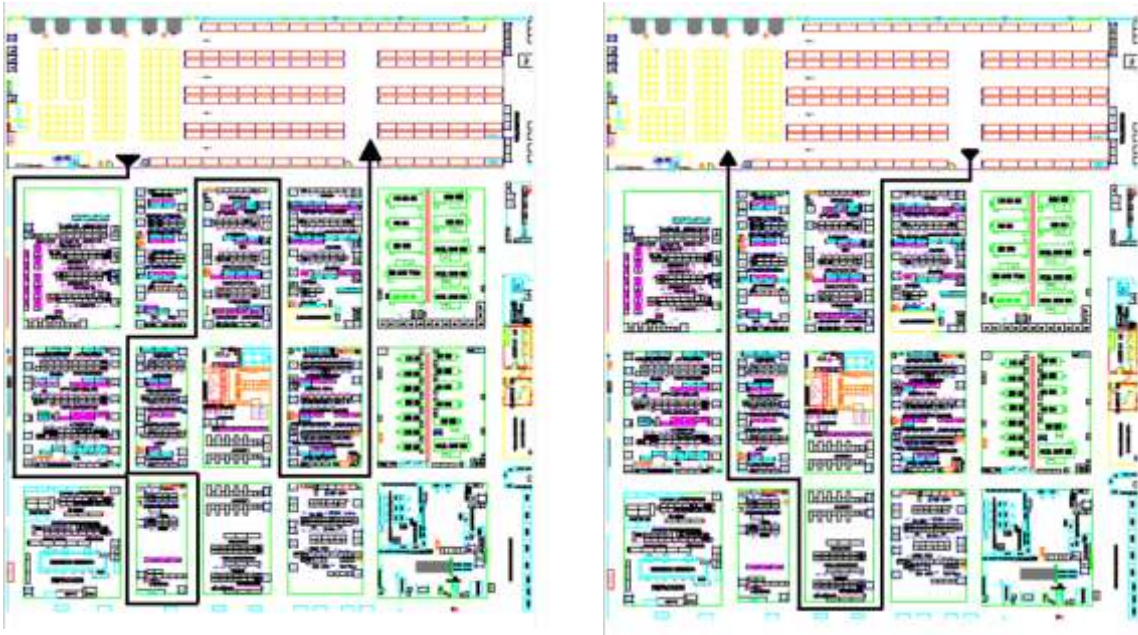
**Desarrollo del objetivo 4.**

**Implementar las propuestas.**

Las propuestas para las rutas son las siguientes:

Ruta para entregar la materia prima.

Ruta para recolectar el producto terminado.



**Ilustración 5 Ruta propuesta para entregar material Ilustración y Ruta para recolectar producto terminado.**

**Desarrollo del objetivo 5.**

**Comparar la propuesta planteada, con la ruta que actualmente se está llevando a cabo en ambos procesos.**



Se realizó una comparación entre las rutas con las que actualmente se trabajaba, con las rutas propuestas.

Comparación

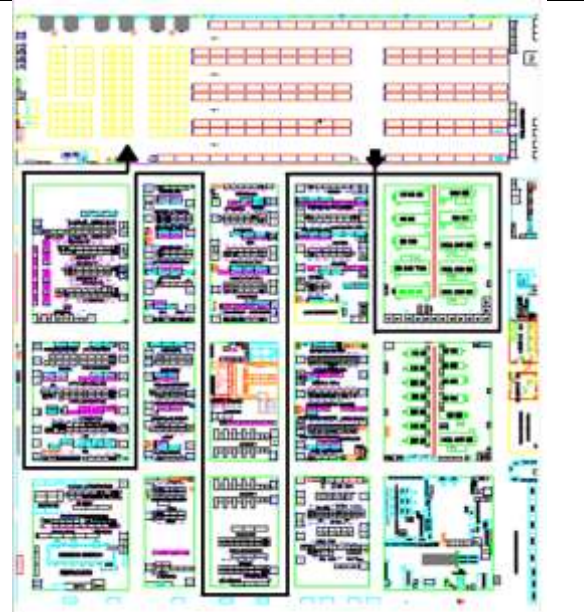
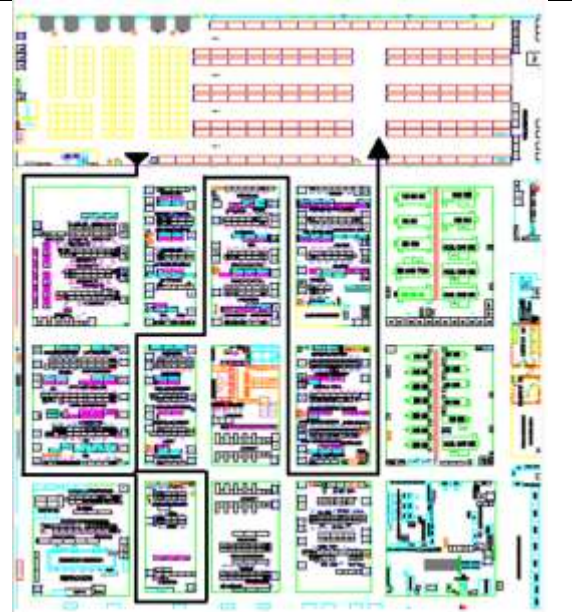
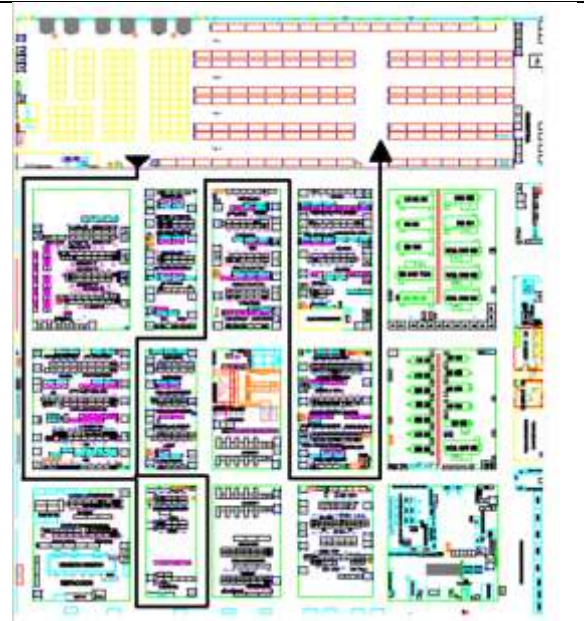
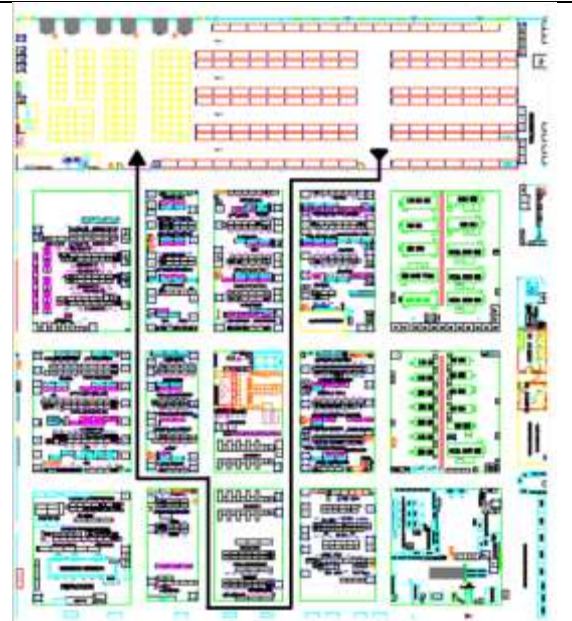
Ruta para entregar la materia prima.	Ruta propuesta para entregar la materia prima.
 Detailed description: This map shows a factory layout with various colored zones. A route for delivering raw material is indicated by black arrows. The route starts at the top center, moves left, then down, then right, and finally up to the top right corner.	 Detailed description: This map shows the same factory layout. A proposed route for delivering raw material is indicated by black arrows. The route starts at the top center, moves right, then down, then left, and finally up to the top right corner.
Ruta para recolectar el producto terminado.	Ruta propuesta para recolectar el producto terminado.
 Detailed description: This map shows the same factory layout. A current route for collecting finished product is indicated by black arrows. The route starts at the top center, moves left, then down, then right, and finally up to the top right corner.	 Detailed description: This map shows the same factory layout. A proposed route for collecting finished product is indicated by black arrows. The route starts at the top center, moves right, then down, then left, and finally up to the top right corner.

Tabla 9 Comparación de rutas para entregar la materia prima y recolección de producto terminado.

Con los tiempos que se obtuvieron con el ritmo de trabajo con el que actualmente se está trabajando, en donde para entregar la materia prima tarda 66 minutos y para recolectar el producto terminado tardan 56 minutos. Con las rutas propuestas para ambos procesos se obtuvo en tiempo para entregar el producto terminado de 46 minutos, de igual manera, disminuyeron los reclamos de las líneas de mayor demanda, mientras que para recolectar el producto terminado, se obtuvo un tiempo de 37 minutos.

La diferencia para entregar la materia prima fue de 20 minutos y para recolectar el producto terminado fue de 20 minutos. El porcentaje en reducir el tiempo para entregar las materia prima fue de 30.30% y para recolectar el producto terminado fue de 33.92%.

## Capítulo 7

### Análisis de Resultados

Con los tiempos que se obtuvieron con el ritmo de trabajo con el que actualmente se está trabajando, en donde para entregar la materia prima tarda 66 minutos y para recolectar el producto terminado tardan 56 minutos. Con las rutas propuestas para ambos procesos se obtuvo en tiempo para entregar el producto terminado de 46 minutos, de igual manera, disminuyeron los reclamos de las líneas de mayor demanda, mientras que para recolectar el producto terminado, se obtuvo un tiempo de 37 minutos. La diferencia para entregar la materia prima fue de 20 minutos y para recolectar el producto terminado fue de 20 minutos, como se muestra en la tabla 10. El porcentaje en reducir el tiempo para entregar las materia prima fue de 30.30% y para recolectar el producto terminado fue de 33.92%.

Resultados de tiempos en procesos.

Rutas antiguas	Tiempo	Rutas propuestas	Tiempo	Diferencia
Ruta para entregar el material	66 minutos	Ruta para entregar el material	46 minutos	20 minutos
Ruta para recolectar el producto terminado	56 minutos	Ruta para recolectar el producto terminado	37 minutos	20 minutos

Tabla 10 Comparación de resultados de los procesos.

## **Capítulo 8**

### **Conclusiones y trabajo a futuro**

De acuerdo con la investigación realizada, el problema encontrado fue resuelto. El tiempo se redujo en un 30.30% para la entrega de material y para la recolección de producto terminado fue de un 33.92%. Con estos datos obtenidos en la entrega de material a líneas de producción, las líneas de mayor demanda ya no realizan reclamos de su material.

Realizando una guía de observación, se identificaron los factores influyentes en el cumplimiento de entregas de material y en el cumplimiento de recolección de producto terminado, con lo que se concluyó en realizar una nueva ruta para entregar la materia prima y una nueva ruta para recolectar el producto terminado.

En las actividades de entregas de material, se identificaron factores que hacen que el tiempo en entregar el material sea más tardado y tengan reclamos por líneas que son de mayor demanda.

En las actividades de recolección de material, se identificaron factores que hacen que el tiempo en recolectar el producto terminado sea tardado debido a que no tienen una ruta bien definida.

Con las propuestas de mejora se logró reducir el tiempo de 66 minutos a 46 minutos en entregar la materia prima a líneas de producción, mientras que para recolectar el producto terminado se logró reducir el tiempo de 56 minutos a 37 minutos. Lo que equivale a 30.30% para entregar el producto terminado y 33.92% para recolectar el producto terminado.

El beneficio que se obtuvo con las propuestas, nos indica que la mejora es rentable para la empresa, teniendo un beneficio positivo.

## Referencias Bibliográficas

1. Brue, G. (2002). Six Sigma For Managers. McGraw - Hill.
2. Criollo., R. G. (2005). Estudio del Trabajo, Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo. México.: McGraw - Hill.
3. Escalante., E. J. (2012). Seis - Sigma. México.: Limusa.
4. Freivalds, A., & W. Niebel, B. (2014). Ingeniería Industrial De Niebel. Métodos, Estandares Y Diseño De Trabajo. México: McGraw - Hill.
5. Lowenthal., J. N. (2002). Seis Sigma. México.: Fundación Confemetal.
6. Mayers, F. E. (2000). Estudio de Tiempos y Movimientos. México.: Pearson Educación.
7. T., M., M., B., & L., D. (2004). Six Sigma Black Belt Handbook. McGraw - Hill.