

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MATAMOROS**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

## **TESIS:**

**REDUCCIÓN DE INVENTARIO MEDIANTE EL REDISEÑO DE RUTAS  
DE MATERIALES EN UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
ADMINISTRACION INDUSTRIAL PRESENTA:**

**Ing. Anairis Pérez Cruz**

## **DIRECTOR DE TESIS:**

Dr. Apolinar Zapata Reboloso



**SEP**

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**TESIS:**

**REDUCCIÓN DE INVENTARIO MEDIANTE EL REDISEÑO  
DE RUTAS DE MATERIALES EN UNA EMPRESA  
AUTOMOTRIZ**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL**

**PRESENTA:**

**Ing. Anairis Pérez Cruz**

**DIRECTOR:**

**Dr. Apolinar Zapata Reboloso**

**ASESORES:**

**M.I.I. Luz Oralia Pérez Charles**

**M.G.N.M. Ma. De Jesús García Nieves**

**H. Matamoros, Tamaulipas, México    octubre del 2019**

**EXCELENCIA EN EDUCACIÓN TECNOLÓGICA®  
TECNOLOGÍA ES PROGRESO®**

**Instituto Tecnológico  
de Matamoros**



## Agradecimientos

Quiero agradecer a mis padres que siempre me han brindado su apoyo a lo largo de mi vida al estar conmigo en todo momento y en cada logro durante mi carrera profesional.

A mis maestros por brindarme la confianza, por ser mis mentores y ayudarme a ser una mejor persona, gracias a ellos sigo desarrollándome en mi ámbito profesional.

## Resumen

En este trabajo se analiza la problemática que se exhibió en la industria de ramo automotriz, las principales causas expuestas en las líneas son rutas no definidas, trabajos no estandarizados y exceso de inventarios. El objetivo es reducir en un 20% los mini mercados. Mediante el estudio de tiempos con ayuda del cronómetro, se registraron el tiempo total de recorrido de la línea a almacén, las actividades del materialista, se contabilizaron las cantidad de cajas extraídas de almacén para surtir a las líneas, la cantidad de componentes requeridos por tablero, total de materialistas y el total de idas de almacén con el propósito de conocer el porcentaje de utilización de cada materialista y así determinar el total necesario para la línea.

Uno de los grandes retos es la distribución del flujo de material y la interacción desde la llegada de la materia prima, su almacenamiento, el flujo de la información, el suministro y la distribución de materia prima a líneas de subensamble y ensamble. Se utilizó la metodología del OSKKK y se aplicó algunas de las herramientas de ingeniería industrial.

Se analizaron las 5 líneas de ensamble final Carrier, Right Hand, Bezel, Wsco Suv y Wsco Pu. Cada materialista almacena su propia materia prima requerida en la línea, teniendo minimercados y esto a su vez generaba un exceso de inventario.

Los resultados son favorables para la empresa se lograron cada uno los objetivos, se mejoró el total de materialistas, los días de inventario y los costos de inventario. Por lo tanto, se concluye que se debe tener instrucciones de trabajo estandarizados, el personal debe de ser capacitado para la realización de sus actividades.

## **Abstract**

This paper analyzes the problem that was exhibited in the automotive industry; the main causes exposed in the lines are undefined routes, non-standardized work and excess inventories. The goal is to reduce mini markets by 20%. Through the study of times with the help of the stopwatch, the total travel time from the line to the warehouse is recorded, the activities of the materialist, the number of boxes taken from the warehouse to supply the lines, the number of components required per board is recorded. , total of materialists and total of warehouse trips in order to know the percentage of use of each materialist and thus determine the total necessary for the line.

One of the great challenges is the distribution of the material flow and the interaction since the arrival of the raw material, its storage, the flow of information, the supply and distribution of raw material to the subassembly and assembly lines. The OSKKK methodology was analyzed and some of the industrial engineering tools were applied.

See the 5 final assembly lines Carrier, Right Hand, Bezel, Wsco Suv and Wsco Pu. Each materialist stores his own required raw material in the line, having minimarkets and this in turn generated an excess of inventory.

The results are favorable for the company, each of the objectives is achieved, and the total number of materialists, the days of inventory and the costs of inventory were improved. Therefore, it is concluded that you must have standardized work instructions, the personal obligations of being trained to carry out your activities.

## Índice

### Contenido

.....	1
Abstract.....	5
Índice .....	vi
Introducción .....	xi
CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Descripción de la problemática .....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Objetivos .....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos secundarios.....	4
1.4. Hipótesis .....	4
1.4.1. Hipótesis general .....	4
1.4.2. Hipótesis secundarias.....	4
1.5. Justificación.....	5
CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	8
2.1. Marco conceptual.....	8
2.2. Historia de la empresa Inteva .....	15
2.3 Inventario del justo a tiempo .....	18
2.4 Tipos de almacenes .....	19
2.5. Gestión de stocks.....	20
2.6. Estudio de tiempos.....	20

2.7. Comportamiento de los stocks .....	21
2.8. Inventario promedio .....	22
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	24
3.1. Tipo de estudio.....	24
3.2. Plan de análisis de datos .....	24
3.3. Plan de presentación .....	24
3.4 Metodología OSKKK (Observar, Estandarizar, Kaizen de flujo, Kaizen de equipo y Kaizen Layout) .....	25
3.5 Observación:.....	25
3.5.1 5 Por qué .....	26
3.5.2 Diagrama de Ishikawa .....	27
3.5.3 Layout de la planta.....	28
3.6 Estandarizar .....	41
3.7 Kaizen del flujo y proceso .....	54
3.8. Kaizen de equipo/herramientas/maquinas .....	56
3.9. Kaizen Layout: implementación de la ruta de materiales .....	59
CAPÍTULO IV. ....	61
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	62
Fórmulas para determinar el uso de componentes .....	62
CAPÍTULO V CONCLUSIONES .....	79
Conclusión .....	79
Fuentes de Información .....	80

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. DIAGRAMA DE RECORRIDO.....	26
ILUSTRACIÓN 2. LAYOUT DE LA PLANTA AUTOMOTRIZ .....	29
ILUSTRACIÓN 3. CARRIER SUV.....	31
ILUSTRACIÓN 4. ÁREA DE RIGHT HAND.....	34
ILUSTRACIÓN 5. ÁREA DE BEZEL .....	37
ILUSTRACIÓN 6. ÁREA DE WSCO SUV Y WSCO PU .....	40
ILUSTRACIÓN 7. TABLA DE ESTACIÓN DE TRABAJO ÁREA DE CARRIER SUV	49
ILUSTRACIÓN 8. RUTA POR HORA.....	51
ILUSTRACIÓN 9. RUTA POR HORA.....	51
ILUSTRACIÓN 10. RUTA POR HORA.....	52
ILUSTRACIÓN 11. INSTRUCCIÓN DE TRABAJO .....	53
ILUSTRACIÓN 12. LAYOUT DE RUTA DEL MATERIALISTA.....	54
ILUSTRACIÓN 13. LINEAMIENTOS.....	55
ILUSTRACIÓN 14. EJEMPLO DE TARJETA KANBAN ÁREA DE CARRIER. ....	56
ILUSTRACIÓN 15. TARJETA KANBAN PARA IDENTIFICACIÓN DEL RACK.....	57
ILUSTRACIÓN 16. DISEÑO DEL CARRITO DE MATERIALES .....	58
ILUSTRACIÓN 17. PLAN PARA CADA PARTE (PLAN FOR EVERY PART).....	64
ILUSTRACIÓN 18. PEFP CARRIER SUV.....	66
ILUSTRACIÓN 19. PEFP CARRIER SUV.....	66
ILUSTRACIÓN 20. PEFP RIGHT HAND.....	66
ILUSTRACIÓN 21. PEFP RIGHT HAND.....	66
ILUSTRACIÓN 22. PEFP BEZEL.....	67
ILUSTRACIÓN 23. PEFP BEZEL.....	67
ILUSTRACIÓN 24. PEFP WSCO PU.....	67
ILUSTRACIÓN 25. PEFP WSCO SUV.....	68
ILUSTRACIÓN 26. PEFP WSCO SUV.....	68
ILUSTRACIÓN 27. SITUACIÓN INICIAL .....	73
ILUSTRACIÓN 28. SITUACIÓN ACTUAL.....	75

## Índice de fotografías

FOTOGRAFÍA 1. MINIMERCADO CARRIER SUV .....	32
FOTOGRAFÍA 2. MINIMERCADO CARRIER SUV .....	32
FOTOGRAFÍA 3. MINIMERCADO ÁREA DE CARRIER SUV .....	32
FOTOGRAFÍA 4. MINIMERCADO ÁREA DE RIGHT HAND .....	35
FOTOGRAFÍA 5. MINIMERCADO DEL ÁREA DE RIGHT HAND .....	35
FOTOGRAFÍA 6. MINIMERCADO DE PAD DOOR ÁREA DE RIGHT HAND .....	35
FOTOGRAFÍA 7. MINIMERCADO DEL ÁREA BEZEL .....	36
FOTOGRAFÍA 8. MINIMERCADO DE WSCO SUV/WSCO PU .....	38
FOTOGRAFÍA 9. MINIMERCADO EN EL ÁREA DE WSCO SUV .....	38
FOTOGRAFÍA 10. CLIPS DEL ÁREA DE BEZEL .....	45
FOTOGRAFÍA 11. CONTEO DE MATERIAL .....	46
FOTOGRAFÍA 12. REACOMODO DE CAJAS .....	59
FOTOGRAFÍA 13. CONCENTRADO DE MINIMERCADO DE WSCO SUV/UP, BEZEL, RIGHT HAND Y CARRIER SUV. ....	60
FOTOGRAFÍA 14. CARRITO DE RUTA DE MATERIALES .....	60
FOTOGRAFÍA 15. INVENTARIO DEL ÁREA DE RIGHT HAND .....	70
FOTOGRAFÍA 16. INVENTARIO DEL ÁREA DE WSCO PU/SUV .....	70
FOTOGRAFÍA 17. MINIMERCADO CARRIER SUV .....	71
FOTOGRAFÍA 18. MINIMERCADO CARRIER SUV .....	71
FOTOGRAFÍA 19. MINIMERCADO RIGHT HAND .....	71
FOTOGRAFÍA 20. MINIMERCADO RIGHT HAND .....	71

## Índice de tablas

TABLA 1. MATERIALISTAS REQUERIDOS EN LÍNEAS FINALES .....	41
TABLA 2. ACTIVIDAD DEL MATERIALISTA 1 DE CARRIER SUV .....	42
TABLA 3. ACTIVIDAD DEL MATERIALISTA 2 DE CARRIER SUV .....	43
TABLA 4. ACTIVIDAD DEL MATERIALISTA DE RIGHT HAND.....	43
TABLA 5. ACTIVIDAD DEL MATERIALISTA DE BEZEL .....	44
TABLA 6. ACTIVIDAD DEL MATERIALISTA COMPARTIDO DE WSCO PU Y WSCO SUV.....	44
TABLA 7. LISTADO DE MODELOS FINALES.....	47
TABLA 8. MATERIALISTAS EN EL ÁREA DE PARTES COMPRADAS (LÍNEAS FINALES).....	69
TABLA 9. RELACIÓN DE MATERIALISTAS EN UN TURNO.....	76
TABLA 10. RELACIÓN DE DÍAS DE INVENTARIO. ....	76
TABLA 11. RELACIÓN DE COSTO DE INVENTARIO. ....	76

## Introducción

El siguiente trabajo se enfoca en mejorar la utilización de los materialistas, el rediseño de las rutas, la eliminación de los mini mercados. Estableciendo métodos estandarizados en la ruta de materiales de las líneas productivas de la empresa del ramo automotriz. Las empresas presentan una problemática general al no tener estudios a fondo del trabajo estandarizado y la frecuencia con que se debe surtir a la línea, lo que trae consigo ciertos problemas como por ejemplo el retraso en la entrega de material a las líneas generado por el ausentismo del materialista titular, exceso de inventario, material no identificado correctamente, defectos del material, un ambiente de trabajo sucio y riesgoso para el trabajador.

El principal objetivo es reducir los mini mercados en las diferentes áreas de la empresa, a través del buen manejo de materiales que se transportan a los diferentes procesos de ensamble final. De manera que es fundamental la observación, el estudio de tiempos, el análisis del flujo de material, la ruta de los materialistas y las actividades realizadas. Es por esto que el trabajo aborda un análisis de la situación actual que presenta la empresa y algunas herramientas que ayudan a mejorar el sistema de las rutas de los materialistas, como es el sistema plan para cada parte; el sistema kanban para establecer la cantidad óptima de material a las líneas de producción, eliminando los mini mercados en las líneas, excedentes de materia prima y así poder administrar un inventario productivo; una ruta óptima a seguir, reacomodo de materiales clasificados como componentes de partes pequeñas, medianas y grandes en cada estación, creando un método estandarizado para el materialista.

**CAPÍTULO I**  
**GENERALIDADES**  
**DEL PROBLEMA**

## **CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la problemática**

Los materialistas se encargan de distribuir la materia prima desde almacén hacia las líneas de producción. Ellos también mueven los sub-ensambles de una línea de producción hacia la siguiente, y por último ellos transportan el producto terminado al área de embarques.

Cuando se lanza un producto por primera vez, el ingeniero industrial se enfoca en el desarrollo del sistema de producción, no en todo el sistema operativo. Parte del sistema operativo, es el diseño de las rutas de materiales, tanto de materia prima, como del producto terminado.

Para el cumplimiento de esta actividad al ingeniero industrial asigna un operador materialista (uno para final otro para materia prima) por cada línea de producción, independiente de su utilización.

Es por ello que en la mayoría de las líneas de producción el materialista solo cuenta con una instrucción de trabajo donde se indica que producto traer a cada estación de trabajo, pero no cuenta con un trabajo estandarizado que le indique la cantidad a surtir de cada uno, mucho menos la frecuencia de entrega tardía, lo que ocasiona el incumplimiento del plan por hora, además del inventario dentro de la línea de producción se excede, en la mayoría de los casos por que el materialista al intentar evadir las vueltas al supermercado trae cantidades de material incensario al área. Con esta mala práctica se corre el riesgo de que el material se dañe o pierda, además se tienen espacios de producción ocupados con este material, todo esto se traduce en costos y desperdicios.

Esta problemática, de no tener un estudio a fondo del trabajo estandarizado y la frecuencia a surtir también trae consigo otros problemas, por ejemplo ausentismo y si el materialista titular falla, es complicado surtir la línea como se debe a falta de todos estos análisis detallados.

Por lo tanto ante la necesidad generada en una empresa del ramo automotriz dedicada a la manufactura de tableros, guanteras, puertas y partes pequeñas de sub-ensamble de tableros, que pasan por un proceso de láser, pintura y adhesivo, se solicitó al Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Matamoros ubicado en Matamoros Tamaulipas a 6 practicantes para 3 diferentes proyectos enfocados al área de moldeo, balanceo de líneas y rutas de materiales. La empresa requirió de una entrevista con los alumnos de la maestría, en conjunto de los asesores correspondientes de sus tesis y para informarnos que se estaría trabajando en dinas, la designación de los proyectos y los objetivos deseados dentro de la empresa.

La empresa cuenta con 299 empleados, distribuidos en 2 turnos y considerando solo la planta 1 (la empresa tiene 3 plantas distribuidas en la ciudad), encargados de surtir material a líneas de ensamble en toda la planta. A ellos se les clasifica como materialistas.

## **1.2. Planteamiento del problema**

¿Es posible reducir el inventario en los mini mercados mediante el rediseño de rutas de materiales?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Reducir los mini mercados en un 20%

### **1.3.2. Objetivos secundarios**

1. Incrementar las visitas diarias a almacén del materialista.
2. Establecer la categorización de los componentes en “únicas – comunes”.
3. Controlar los niveles de inventario mediante máximos y mínimos.
4. Estandarizar el proceso de movimiento de material y las actividades del materialista durante su turno laboral.
5. Implementar el sistema de dos bines en la estación de trabajo.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

El rediseño de las rutas de materiales en la empresa permitirá reducir en un 20% el exceso de inventario.

### **1.4.2. Hipótesis secundarias**

1. La estandarización de la ruta de materiales mejora las visitas diarias a almacén del materialista. Las visitas diarias almacén mejoran la productividad del materialista
2. La categorización de los componentes en únicas y comunes logran mejorar el método de entrega en la línea.
3. El control de inventario interno facilita el conteo cíclico de la materia prima.
4. Estandarizar el trabajo facilita las rutas de ejecución del proceso.

5. Mediante el sistema de dos bins permite el intercambio de contenedores vacíos por otro lleno.

### 1.5. Justificación

**Tecnológico.-** Mediante el diseño de un carrito de materiales se mejora de manera eficiente el rendimiento del materialista, se libera espacio para nuevas líneas, se facilita el conteo de materiales y el tiempo de entrega del material.

**Económico.-**El uso de control de inventarios en materia prima es importante dentro de la empresa, debido a que cada componente es comprado. Por lo tanto, el tener sobre inventario genera un costo y esto a su vez genera pérdidas en la empresa, por ello es importante que el sistema de inventario sea eficiente para que permita tener un control de la materia prima que se requiere en las líneas de producción mejorando el “Justo a tiempo” en entrega de componentes y esto a su vez reduciendo los tiempos de traslado del material, con esto se espera reducir el 20% de los materialistas en la empresa. Lo que traería un gran beneficio económico a la empresa, traducidos en menos personal, logrando los mismos objetivos, como también se logrará eliminar el excedente de material en el mini mercado lo que nos dejaría pies cuadrados disponibles para expansión de la empresa.

**Teórico.-**El uso de técnicas administrativas en conjunto con las herramientas industriales mejoran el proceso interno, en los tiempos de traslados mediante el estudio de tiempos con la finalidad de conocer la ruta óptima a seguir, así también la cantidad de materia prima se está en constante movimiento en línea de producción, usando el sistema de dos bins para partes pequeñas teniendo como objetivo eliminar los sobre inventarios.

En relación con la problemática que se presenta en la empresa se busca mejorar el control de inventarios en líneas de producción, minimercado y supermercado realizando las observaciones pertinentes al manejo de material y los tiempos de traslados del manejo de materia prima.

**Ambiental.-** Para el área de trabajo se eliminó los minimercados, se logró la liberación de espacios obstruidos por los excedentes de inventarios en el área, por lo cual los materialistas se beneficiaron en la ruta, logrando así maniobrar de forma más segura.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTOS**  
**TEÓRICOS**

## CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1. Marco conceptual

**Almacén.-** Es un espacio físico que nos permiten guardar, coordinar y controlar el almacenamiento de la materiales y productos. Por lo tanto es indispensable considerar algunos características dentro de un almacén por ejemplo la localización, medidas de las áreas, división de espacio entre racks, manejo de productos y materiales (Velázquez Velázquez, 2012).

**Ayuda visual.-** Permite al operador identificar las partes de producción correctas, misma que está colocada en un lugar visible del área de trabajo correspondiente a la actividad a realizar del operador, generalmente cada empresa tiene un formato estándar por lo que es más fácil trabajar sobre el mismo formato (Socconini, 2018).

**Carrito de material/carrito repartidor.-** Consta de un carrito repartidor fácilmente montable, la cual contiene bins llenos de material será llevado a las líneas, el materialista verifica su ruta por hora y continúa con su ciclo de entrega, para posteriormente culminar con la entrega e iniciar la ruta (Inteva Corporation, 2001).

**Cero inventario.-** Se entiende por cero inventarios la eliminación de almacenes y sus altos niveles de inventario, que se generan al tratar de cumplir con los requerimientos del cliente, sobre produciendo producto innecesario que involucra el requerimiento de materia prima para posteriormente ser almacenado para su uso (Escalante Lago & Domingo Zuñiga, Enero 2016).

**Cero tiempo de espera.-** Se pretende es eliminar los cuellos de botella que se genera ya sea en un proceso, traslado, preparación y averías que se genera por cambio de herramienta (Escalante Lago & Domingo Zuñiga, Enero 2016).

**Cliente.-** Se entiende por cliente la persona la cual adquiere un bien o servicio a cambio de alguna remuneración económica (Lira Mejía, 2009).

**Componentes comunes.-** Se define como aquellos que son comunes a través de los múltiples números de partes de productos terminados dentro de una familia de productos, es decir son usados en todo el ensamble final (Inteva Corporation, 2001).

**Componentes únicos.-** son aquellos que son diferentes para los varios números de partes de producto terminado en una familia de productos que es usado sobre un número de parte terminado es decir que solo x componente se utiliza solo en esa línea (Inteva Corporation, 2001).

**Control de inventario.-**La empresa debe controlar todo su canal de flujo del producto desde que se realiza un pedido, se almacena y se distribuye a los diferentes procesos de ensamble o subensamble para ello es indispensable una revisión de los niveles de inventario para determinar cuándo y cuánto incluir en un pedido de manera perpetua o periódica. Sin embargo si la empresa no es capaz de controlar todo su canal de flujo se ver la necesidad de seguir generando exceso de inventario dentro de la planta esto incurre en un costo de almacenamiento, espacio y su vez grandes pérdidas para la planta (H. Ballou, 2004).

**Defectos.-** Se define como defectos aquellas salidas que no cumplen con las especificaciones del cliente y están son rechazadas por el mismo (Socconini, 2018).

**Desperdicio.-** aquello que no agrega valor y por lo tanto el cliente no está dispuesto a pagar un desperdicio puede ser tanto como sobreproducción, tiempo de espera, inventario y re trabajo (Socconini, 2018).

**Diagrama de flujo.-** Se define como la trayectoria que recorre cada parte, la cual inicia desde la recepción, los almacenes, la fabricación, sub-ensamble, ensamble final, almacenamiento y finalizando con él envió (E. Mayers, Fred; P. Stephens, Matthew, 2006).

**Eficacia.-** Es el grado de cumplimiento de los objetivos, las metas o estándares (García Criollo).

**Eficiencia.-** Es la forma en que se utiliza los recursos mínimos disponibles de insumos dentro de una empresa (García Criollo).

La eficiencia se puede obtener mediante la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{\text{suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número real de estaciones de trabajo (N}_a\text{)} \times \text{Tiempo de ciclo de la estación de trabajo (C)}}$$

**Entrada de material.-** contribuye en uno de los puntos clave en cualquier distribución de la planta donde se inicia el flujo de material, la empresa mediante sus proveedores requiere de materia prima al llegar a almacén esta se coloca en el rack donde posteriormente será utilizada para líneas finales (Inteva Corporation, 2001).

**Entrega de material.-** Un materialista se encarga de entregar diferentes números de partes en una ruta estandarizada a cada estación de trabajo de producción está identificada, por lo cual los números de partes son fácilmente accesibles para la identificación y manipulación del operado (Inteva Corporation, 2001).

**Estudio de tiempos.-** Los autores Fred E. Mayers y Matthew P. Stephens (E. Mayers, Fred; P. Stephens, Matthew, 2006) lo definen como el tiempo que se requiere un operador hábil para realizar una tarea específica.

**Etiquetas.-** Mediante las etiquetas se define los datos que se desea transmitir y está a su vez nos ayuda a identificar un producto con una breve descripción la cual ayuda a clasificar los productos de la planta y así darle seguimiento (B. Chase, Richard; Robert Jacobs, F.; J. Aquilano, Nicholas, 2012).

**Instrucciones de trabajo.-** Es una serie de pasos la cual describe la rutina diaria de una actividad a realizar de un operador desde el inicio de la operación hasta el final de la operación (Harris, Harris, & Wilson, 2003).

**Inventarios.-** Se define como un recurso que utiliza una organización, la cual controla el movimiento de entrada y salida de los insumos (E. Mayers, Fred; P. Stephens, Matthew, 2006).

**Inventario físico.-** Es una forma física que consiste en constatar la existencia o presencia física de los suministros, insumos que se encuentran dentro la empresa (Socconini, 2018).

**Kaizen.-** Se entiende por Kaizen mejora continua dentro de una organización involucrada por un equipo de personas cuyo objetivo es la búsqueda constante de mejorar la situación existente (E. Mayers, Fred; P. Stephens, Matthew, 2006).

**Lean Manufacturing.-** Se define como una filosofía de trabajo, basada en las personas enfocadas en identificar y eliminar todo tipo de desperdicio, es decir todo aquel proceso o actividades que utilizan más recursos conforme a lo necesario para producir una pieza (Hernández Matías, Juan Carlos; Vizán Idoipe, Antonio;, 2013).

**Línea de ensamble.-**También conocida como distribución de flujo de trabajo, el proceso de trabajo se ordena según las etapas sucesivas de la fabricación del producto. La ruta de cada pieza es en realidad de forma recta la mayoría de las empresas en la actualidad tienen sus líneas de ensamble de la forma recta (B. Chase & Jacobs, 2009).

**Materiales.-** Se define como la intervención de materiales que contiene un producto para su fabricación, sus dimensiones, su forma en que se encuentra almacenado y si hay piezas terminadas o semi-terminadas (García Criollo).

**Materialista.-** Es el encargado de entregar el material indirecto de almacén a líneas de ensamble, entre sus funciones son retirar contenedores vacíos y reemplazarlos por otro lleno en cada parada que realice en su ruta de entrega (Inteva Corporation, 2001).

**Máximos.-** Se entiende como el nivel máximo de inventario que se tiene en existencia dentro de una organización (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

**Mínimos.-** Por el contrario antes de que el nivel de inventario en existencia llegue a un mínimo, el departamento de materiales realiza un pedido de materia prima con su respectivo proveedor para abastecer las líneas de producción (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

**Movimiento de materiales.-** Se define como un proceso mediante la cual se mueve material efectivamente a través de las operaciones de manufactura, es decir el resultado de la entrega de la cantidad de producto requerida al cliente a tiempo (Harris, Harris, & Wilson, 2003).

**5 Por qué.-** Uno de los métodos utilizados para el análisis de la causa raíz que implica cuestionar de manera progresiva los ¿por qué?, por lo menos cinco veces o hasta que la causa raíz quede establecida (Socconini, 2018).

**Plan para cada parte (por sus siglas en inglés PFEP).-** Es un proceso de planeación de material que identifica crea un plan detallado del flujo de material para cada parte en la cadena de suministro. Es decir la información requerida para crear, mantener y mejorar una planeación a través de una base electrónica de datos (Inteva Corporation, 2001).

**Primeas entradas, primeras salidas (FIFO).-** Es un método de inventario que consiste en primeras entradas primeras salidas, es decir cuando ingresa algún producto este a su vez debe de salir primero el método FIFO nos permite visualizar los problemas que se presentan de vencimiento u obsolescencia (Vermorel, 2016).

**Productividad.-** De acuerdo a los autores Harold Koontz y Heinz Weihrich (Koontz & Weihrich, 2013) se define como la proporción de productos a insumos en un cierto periodo, es decir los productos que se desea producir entre los insumos que se requieren para producir en cierto periodo establecido.

De acuerdo a los autores Jay Heizer y Barry Render (Heizer & Render, 2009). La productividad se puede definir mediante la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumo\ empleado}$$

Por ejemplos, si las unidades producidas son 1,000 y las horas hombre empleadas son 250, entonces:

$$Productividad = \frac{1000}{250} = 4 \text{ unidades por hora – hombre}$$

**Programación nivelada.-** De acuerdo con los autores Richard B. Chase, F. Robert Jacobs J. Aquilano Nicholas (B. Chase, Richard; Robert Jacobs, F.; J. Aquilano, Nicholas, 2012) se define como la programación que se envía a las líneas finales está a un ritmo constante.

**Estante (Rack en inglés).-** Se puede definir como un soporte metálico destinado para alojar grandes volúmenes en su máxima capacidad de almacenaje. Este sistema consiste en el montaje de una sencilla estructura que soportar la carga, la cual puede ser desmantelada (Iglesias, 2012).

**Reemplazo de contenedor.-** Hay diferentes tamaños de contenedores dependiendo del producto que desea almacenar cuando un contenedor se encuentra vacío el encargado de reemplazar el contenedor es el materialista mediante un rodacargas, un carrito de materiales dependiendo del volumen del producto (Inteva Corporation, 2001).

**Simulación.-** Es una herramienta de gran ayuda a la hora de disminuir los riesgos y optimizar la toma de decisiones empresariales, la evaluación de inversiones en tecnología personal e instalaciones, así como para planificar, analizar y mejorar los procesos de la empresa ( Puche Forte , 2005).

**Sistema de dos contenedores (two bin system).-** El sistema consiste que un operador rellena un contenedor de componentes con la cantidad establecida en la

tarjeta kanban mientras que el segundo contenedor vacío será reemplazado por un contenedor previamente surtido de material (Inteva Corporation, 2001).

**Sistema de ruta de entrega interna.-** Según Inteva consiste en reemplazar material comprado, en proceso y producto terminado ya sea cargado a mano o a granel y remover contenedores vacíos basados en un patrón de entrega predeterminado y tiempos fijos de inicio (Inteva Corporation, 2001).

**Sistema Plex.-** Es un software de manufactura la cual se utiliza gestionar los materiales de inventario dentro de una organización (Plex, 2018).

**Sobre inventario.-** Se utiliza para proteger las ineficiencias que se suscitan en el proceso, tales como una producción desbalanceada, paros de máquinas, variabilidad en la demanda, desconocimiento de la capacidad real de producción, grandes distancias entre proceso y máquinas (Socconini, 2018).

**Supermercado.-** Es un área designado para almacenar el inventario de material ya sea comprado, en proceso y terminado, en contenedores portátiles o a granel (Harris, Harris, & Wilson, 2003).

**Tipo de carga.-** Una vez realizado un lote de pedido mediante el proveedor se recibe la mercancía para posteriormente colocarla en el lugar designado por parte de la planta donde permanecerá hasta que sea preparado para la expedición. Es por eso que mediante la manipulación del manejo de materiales las podemos catalogar de la siguiente manera: el volumen, el peso, según la forma de ser apilados, según el lote y la fragilidad del producto (Portugal V., 2006).

**Transportación.-** Mediante el transporte se traslada el producto a los puntos de ventas o al almacenamiento ya sea interna o externa de la empresa (Velázquez Velázquez, 2012).

**Una pieza a la vez.-** Es la manera más eficiente de gestionar los recursos y los materiales se logra equilibrando las los operaciones de acuerdo a la takt time (Rajadell, Manuel; Sánchez, José Luis, 2010).

## 2.2. Historia de la empresa Inteva

Inteva products se introdujo en el año del 2008, la cual abre su primera nave industrial en la ciudad de Matamoros, Tamaulipas, la nave cuenta con 691.86 m<sup>2</sup> y se dedica a la fabricación de consolas, tableros, módulos de puertas y seguros para puertas. En 2009, la empresa actualmente está dedicada a la manufactura automotriz, decide llevar a cabo una segunda expansión de sus instalaciones, debido al aumento de producción, brindado en total ambas naves empleo a 3795 obreros. En junio del 2017, Inteva Products realiza su tercera expansión, ofertando 800 vacantes (Barrientos, 2018).

Sin embargo la historia internacional se remonta desde el año de 1872 al establecimiento del proveedor alemán Traugott Golde. No obstante para los siguientes 30 años, cuatro proveedores automotrices adicionales, Inland Manufacturing Company, Guide Lamp, Fisher Body Company y Arvin Heater Company nacieron, creando los orígenes de las cuatro principales líneas de productos de Inteva (Inteva Products, 2018).

En el año de 1977, nació el primer diseño de motor nació en Levallois-Perret, lo que solía ser el cuartel general de Compagnie Industrielle de Mécanismes, un subsidio francés del grupo británico Wilmot Breedon. Sin embargo años más tarde, Rockwell International adquirió Breedon, donde las ventas del regulador de ventanas de "12 voltios" alcanzaron las 3.500 unidades, una venta que fue solo el comienzo de una línea de diversos avances innovadores. Durante el año de 1990, el volumen de producción superó los cinco millones de motores y amplió su cartera con varios fabricantes de equipos originales de prestigio. La división automovilística de Rockwell se escindió más tarde como una empresa que cotiza en bolsa, Arvin Meritor, a fines de los 90. A medida que el milenio comenzó, más de nueve millones de motores se produjeron en un año con la venta del motor del asiento. Con tales expansiones comerciales, se desarrollaron muchas instalaciones para apoyar la producción y la integración con Inteva (Inteva Products, 2018).

Fundada en 1872 como proveedor de componentes de carro, Traugott Golde comenzó a suministrar componentes de techo solar en 1904 y techos solares automotrices en 1927. En 1950, su compañía sucesora, Golde GmbH, se convirtió en el primer proveedor de techos corredizos, y en 1973 desarrolló el mundo primer módulo de deslizamiento e inclinación. En 1973, Rockwell Automotive, el predecesor de Arvin Meritor, compró Golde y luego creó el primer módulo de techo solar integrado de paneles múltiples para convertirse en un líder en sistemas de techo solar de gran apertura. La producción masiva de techos solares de vidrio como un sistema completo comenzó en 1985. Tres años más tarde vino la introducción del primer sistema de techo solar de paneles múltiples en el Audi A2. El primer gran sistema de techo solar de apertura se lanzó en 2004. Roof Systems se convirtió en una línea de productos Inteva en enero de 2011 después de que Inteva adquirió la división de sistemas corporales de ArvinMeritor. En julio de 2011, las operaciones SAMAP de Inteva Products en Shanghái, China celebraron la producción de su techo solar número un millón. Para el año del 2012, Inteva lanzó su primer innovador sistema modular de techo panorámico para vehículos premium. La producción de techos en América del Norte comenzó en 2013 en Inteva Gadsden Operations en Alabama (Inteva Products, 2018).

Mientras Traugott Golde estaba en medio de la producción de techos solares automotrices, Wilmot Breeden comenzó a fabricar pestillos automotrices en Birmingham, Inglaterra en 1928. Años después, otro avance en el sistema de cierre se desarrolló cuando Compagnie Industrielle de Mecanismes SA lanzó el primer módulo de puerta sellada del mundo en Francia en 1968. Posteriormente, ambas compañías europeas fueron adquiridas por Rockwell International Corporation. Se agregaron varias patentes de cierres a la lista de cierres de Inteva a medida que avanzaban los desarrollos, incluido el Cierre de compuerta trasera Versamount y el primer sistema de bloqueo electrónico (Inteva Products, 2018).

En 1918, la Dayton Wright Company se convirtió en una filial de General Motors que marcó la mudanza de Dayton en la producción de piezas para el interior del automóvil. A principios de la década de 1920, el nombre de la compañía se cambió a Inland Manufacturing y en 1923, los ingenieros de Inland estaban trabajando con materiales moldeados. En 1929, se instaló un equipo de manipulación de caucho para pequeñas piezas interiores. En 1934, Inland experimentó por primera vez con material de moldeo de plástico y pronto se moldearon paneles de instrumentos y otros productos pequeños de plástico. En 1956, comenzó la producción en una plataforma de seguridad cubierta de terpolímero para paneles de instrumentos de automóviles. En 1965 llegó el primer uso de plástico moldeado por inyección. La fabricación de interiores se amplió en 1982 para incluir consolas de piso seguidas de montaje en cabina en 1997. A principios de la década de 2000 se patentó un material de olefina termoplástico (TPO) único y de alto rendimiento (Inteva Products, 2018).

Desde que se fundó Inteva Products en 2008, se ha expandido a 50 ubicaciones en 5 continentes. Es este rico patrimonio lo que le ha permitido a Inteva alcanzar el éxito como el socio de mayor confianza del mundo para los fabricantes de automóviles en todo el mundo (Inteva Products, 2018).

La empresa es uno de los principales proveedores mundiales, basada en la innovación de sus productos ecológicos que mejoran la calidad y rendimiento. Inteva sirve a los fabricantes de equipo originales en seis áreas de mercados clave: automotriz, vehículos comerciales, militares, marinos, industriales y de consumo. Orientado en ofrecer alto valor de calidad, en tiempo y en presupuesto, Inteva cuenta con recursos globales de ingeniería, la fabricación y servicio al cliente para los Sistemas de Cerraduras, Sistemas de Interiores, de Motores y Componentes Electrónicos, así como también para Sistemas de Techos Deslizables. Inteva se enfoca en el crecimiento mundial sostenido, excelente servicio al cliente y en ser la mejor empresa para trabajar para sus empleados (Inteva Products, 2018).

Las principales líneas de productos en Inteva

- Sistemas interiores.
- Motores y electrónica.
- Sistemas de techos deslizables.
- Sistemas cerrados.

Actualmente Inteva es una empresa que se encuentra presente en 18 países a nivel global y cuenta con 50 plantas en todo el mundo. La producción que realiza Inteva en Matamoros, es exportada a países como Estados Unidos, China, Corea, Alemania, Australia y Shanghái; alcanzando a fabricar un total de 34.610 piezas de producto terminado (Inteva Products, 2018).

### **2.3 Inventario del justo a tiempo**

El inventario de justo es una política la cual surge en Japón, consta que los fabricantes dependían de sus proveedores por lo que el tiempo de llegada duraba cuatro horas por lo que se elimina la necesidad de tener una superficie destinada al inventario de los materia prima. El justo a tiempo depende el desempeño de los proveedores (E. Mayers, Fred; P. Stephens, Matthew, 2006).

Sin embargo el sistema de inventarios se verá afectado de muchas formas por lo que se realizara lo siguiente:

1. Eliminar la recepción y sus reportes.
2. Eliminar la inspección que se genera cuando la materia prima llega a la empresa.
3. Reducir los requerimientos de área de almacenamiento dentro de los almacenes.

Sin duda los objetivos de los almacenes deben ser las siguientes 3 puntos

- Maximizar el uso de espacio.
- Proporcionar acceso inmediato a todo (selectividad)
- Control del inventario, así como los daños y control de los números de parte con lo que se encuentra en el área de almacén.

## **2.4 Tipos de almacenes**

El sistema de inventarios nos servirá para evitar los golpes que se puedan generar durante el manejo de materiales por ejemplo en la producción debido a las fluctuaciones del mercado tanto el de compras (insumos) como el de ventas (productos).

Existen 4 tipos de inventarios

1. Materia prima esta abarca cualquier tipo material comprobado por el fabricante por lo que están sujetas a la transformación o manufactura antes de ser un producto terminado.
2. Productos o procesos de manufacturación se trata de que la producción este parcialmente manufacturada, por lo tanto comprende el costo de materiales, mano de obra y gastos generados indirectamente.
3. Productos terminados es decir aquel producto que paso por diferentes procesos para llegar a producto terminado por lo que está apto para su venta.
4. Suministro de fábrica o fabricación cuando los materiales están relacionados directamente con el producto final o terminado y son utilizados en cantidades suficientes para que sea practico asignar su costo al producto (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007).

## 2.5. Gestión de stocks

Mediante la gestión de stocks se desea conocer con mayor precisión la cantidad de cada número de parte que debe mantenerse en la empresa. El objetivo es que los costos de almacenamiento sean los menores posibles, pero también se debe conocer el momento en que las organizaciones deben adquirir los materiales de manera que no haya desabasto dentro de la organización (Zapata Cortes, 2014).

Sin embargo es importante tener presente que se debe tener la menor cantidad de materiales dentro de la empresa debido a que genera un costo de almacenamiento, por lo contrario al tener un exceso en inventarios esto incurre a dificultades operativas como tiempos excesivos de búsqueda de materiales, la cual se dificulta en la visibilidad y como consecuencia nos puede llevar a errores al monto de realizar un conteo y por ende desabastecimiento (Zapata Cortes, 2014).

## 2.6. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos se puede realizar con un cronómetro o mediante un video de las actividades realizadas por el operador. Cuando hablamos de estudio de tiempos se puede dividir en partes o por elementos, se empieza a cronometrar desde que el operador toma la pieza hasta pasarla en la siguiente operación cada uno de forma individual (B. Chase & Jacobs, 2009).

Algunas reglas generales para la clasificación de elementos son:

1. Definir cada elemento del trabajo de modo que dure poco tiempo, pero lo bastante para cronometrarlo y anotarlo.
2. Si el operario trabaja con equipo que funciona por separado (es decir, si el operario desempeña una actividad y el equipo funciona de modo independiente), dividir las acciones del operario y las del equipo en elementos diferentes.

3. Definir las demoras del operador p del equipo en elementos separados.

Cuando se realiza el estudio de tiempos se registran los datos del estudio previo y tras varias repeticiones se procede a promediar los tiempos. También se puede calcular la desviación estándar para obtener una media de la variación de los tiempos. Se suman los promedios los promedios de los tiempos de cada elemento y así se obtiene el tiempo de desempeño del operador (B. Chase, Richard; Robert Jacobs, F.; J. Aquilano, Nicholas, 2012) .

## **2.7. Comportamiento de los stocks**

Los materiales en una organización se consumen a cierta velocidad que depende de la demanda de los mismos, ya sea para producción o para atención al cliente. Estos inventarios tienden a llegar a cero, por lo cual en algún momento específico, y previo o en el punto exacto en que se llegue a cero, una nueva cantidad de materiales debe llegar a la bodega o a lugar de almacenamiento. Por lo tanto la cantidad de mercancía o materia prima que llega corresponde a la cantidad de materia prima ordenada al proveedor. Este comportamiento se repite en el tiempo y desde el momento en que una orden llega hasta que se termine y que corresponde a la nueva llegada de materiales, se conoce como tiempo de ciclo (Zapata Cortes, 2014).

## 2.8. Inventario promedio

La cantidad de material máximo que se tendrá en el almacén, por ejemplo en el caso hipotético en que una nueva orden arriba cuando el inventario llega a cero, corresponde a la cantidad ordenada y por supuesto el mínimo es cero. Promediando el nivel máximo y mínimo de los niveles de stocks, se obtiene uno de los conceptos más importantes en manejo de inventarios (Zapata Cortes, 2014).

$$\text{Inventario promedio} = \frac{\text{inventario máximo} + \text{inventario mínimo}}{2}$$

Por lo contrario en el caso de una nueva orden, cuando el inventario llega a cero el inventario promedio se calcula como:

$$\text{Inventario promedio} = \frac{Q}{2}$$

Donde Q es la cantidad de materia prima que llega a la empresa debido a una orden de reaprovisionamiento y el inventario mínimo es cero (Zapata Cortes, 2014).

# **CAPÍTULO III**

## **METODOLOGÍA**

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo de estudio**

Investigación aplicada.- Para el desarrollo del proyecto serán aplicados los conocimientos aprendidos de estudio de tiempos, sistemas de manufactura y administración en la cadena de suministros de la Maestría en Administración Industrial.

Cuantitativo.- Se tomarán tiempos necesarios para completar la investigación y poder mostrar un antes y un después de las mejoras, haciendo una comparación en cuestiones de tiempo, ruta más corta, estableciendo la ruta por hora de los materialistas y los componentes que sean requeridos en las líneas.

Transversal.- El estudio se llevará a cabo en un lapso de un año y medio tiempo establecido para el desarrollo de la investigación.

Campo.- Mediante el estudio de tiempos de recorrido de los materialistas, se analizará los tiempos de recorrido de la línea a almacén, la cantidad de cajas encontradas en los mini mercados para posteriormente realizar una comparación del antes y el después de la ruta implementada.

### **3.2. Plan de análisis de datos**

Durante el estudio, se trabajará con un plan para cada parte, que permita una comparación de datos del antes y después.

### **3.3. Plan de presentación**

La información se presenta en tablas de Excel y gráficas circulares, una vez implementada la ruta se mostrará el porcentaje de utilización de materialistas, el costo y días de inventario.

### 3.4 Metodología OSKKK (Observar, Estandarizar, Kaizen de flujo, Kaizen de equipo y Kaizen Layout)

Mediante la metodología OSKKK es una serie de pasos en orden cronológico que nos ayuda a mejorar las operaciones, los cuales son los siguientes:

Observar: ¿Qué está pasando en el lugar de trabajo?

Estandarizar: ¿Cada actividad, método o proceso es realizado de la misma manera?

Kaizen flujo del proceso: ¿Qué puedo mejorar en el flujo del material?

Kaizen del equipo/herramientas/maquinas: ¿Todas las mejoras ayudan al operador?

Kaizen Layout o espacios: ¿Se requiere modificar la posición de las máquinas y/o material? (PDFSLIDE, 2015).

### 3.5 Observación:

Como primera actividad, dentro de la industria, durante un lapso de una semana, fue observar las diferentes áreas, donde se desarrolló el proyecto de reducción de inventarios y rediseño de ruta de materiales en la empresa automotriz. La primera etapa, es conocer qué producto (diferentes modelos) se manufactura en cada línea, el flujo del material, cantidad de materialistas asignados, las actividades en cada operación y también del materialista (su diagrama de recorrido), y la producción por hora.

A continuación se presenta la *Ilustración 1. Diagrama de recorrido* su utilidad durante el flujo de materiales, para eliminar recorridos innecesarios y determinar el estado actual dentro de la empresa. En este diagrama se representa de modo gráfico, las 5 áreas evaluadas, así mismo se indica el tiempo total durante el turno de la ruta de cada materialista.

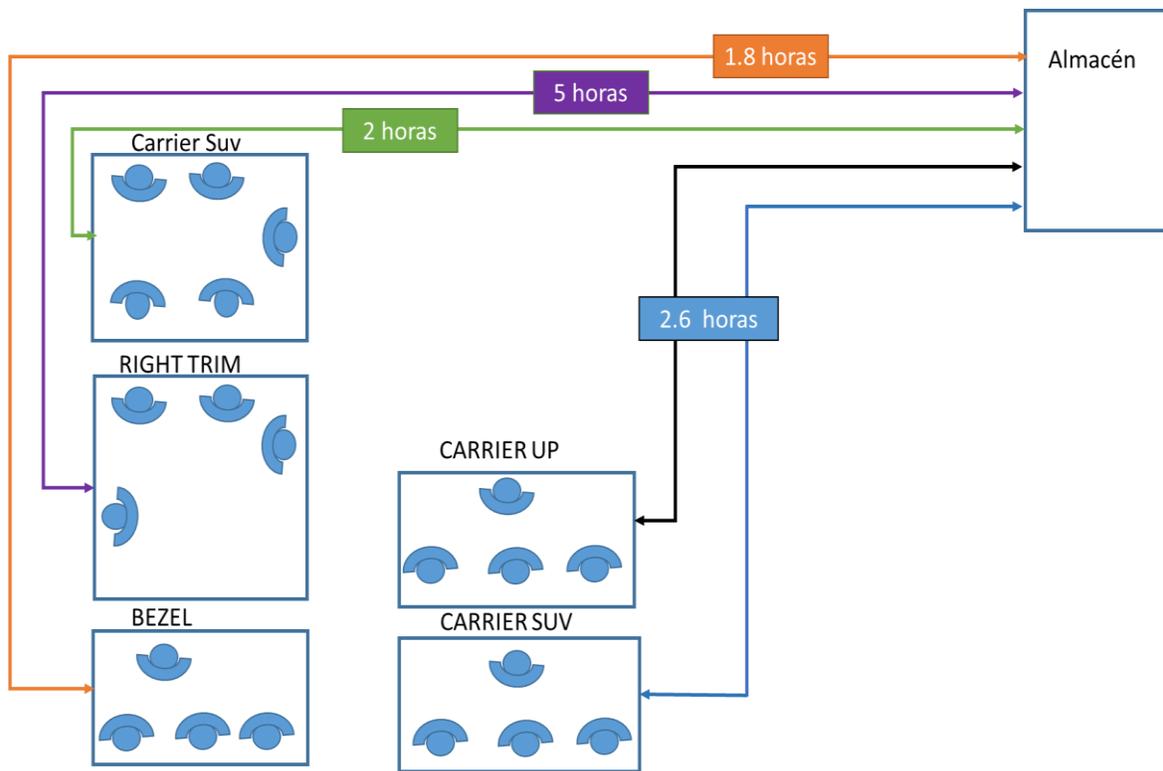


Ilustración 1. Diagrama de recorrido

### 3.5.1 5 Por qué

A continuación se desglosa el 5 porque para la identificación de la causa raíz, el cual nos ayudara a estructurar nuestro diagrama de Ishikawa.

1. ¿Por qué hay materialistas con tiempo de ocio? R: Por qué tienen material de más en el minimercado dentro de la línea.
2. ¿Por qué tienen un exceso de material en el minimercado? R: Pará evitar dar tantas vueltas al almacén
3. ¿Por qué no dan las vueltas correspondientes al almacén? R: Por qué tienen otras actividades que realizar y quieren evitar que se acumulen.

4. ¿Por qué tienen otras actividades además de traer y llevar material? R: Por qué no cuenta con una instrucción de trabajo, una hoja de trabajo estandarizado o una descripción de puesto.

5. ¿Por qué el materialista no cuenta con ninguno de éstos documentos? R: Por qué no se han realizado un estudio que refleje las actividades y su porcentaje de utilización dentro de las líneas.

### **3.5.2 Diagrama de Ishikawa**

La figura 1 muestra el diagrama de Ishikawa. Este diagrama exhibe las diferentes variables que causa el exceso de inventario, por ello es importante realizar una reducción de inventarios y un rediseño de rutas de materiales en la empresa automotriz.

1. Mano de obra: La escasa utilización de los materialistas genera el descuido de las actividades dentro del área, debido a la falta de capacitación y supervisión.
2. Materiales: El materialista se le dificulta encontrar los números de partes con respecto a la lista de materiales, al no estar identificadas correctamente en el rack correspondiente, generado por el mal control de inventario, por lo consiguiente se tienen piezas y cajas dañadas.
3. Medio ambiente: El desorden dificulta el mover las cajas y las áreas de trabajo sucias generan una acumulación de polvo que afecta los componentes.
4. Método: Al no existir ningún seguimiento o manual estandarizado, ocasiona que las cajas no estén ordenadas adecuadamente y además no se cuenta con rutas definidas, que debe seguir el materialista responsable de surtir a la línea.

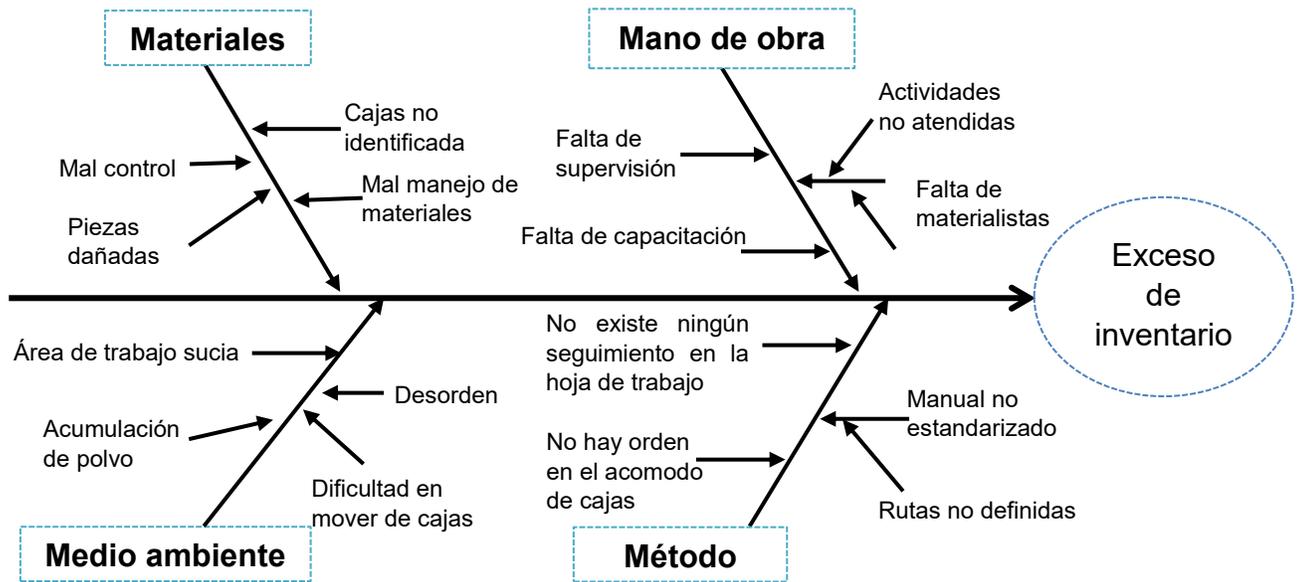


Figura 1. Diagrama de Ishikawa

### 3.5.3 Layout de la planta

Con ayuda del Layout de la planta, se identificó las cinco (5) líneas que se encuentran dentro del mismo cuadrante, por lo que se llevará a cabo un análisis general del proyecto. La siguiente *Ilustración 2. Layout de la planta automotriz* en ella se encuentran identificadas en color rojo las áreas de oportunidad, así mismo se observa el flujo del proceso, en estas áreas identificadas como Carrier Suv, Right hand, Bezel Wsco Suv, Wsco Pu, se encontraron inconformidades tales como el exceso de material, mini mercados y mini mercados entre proceso.

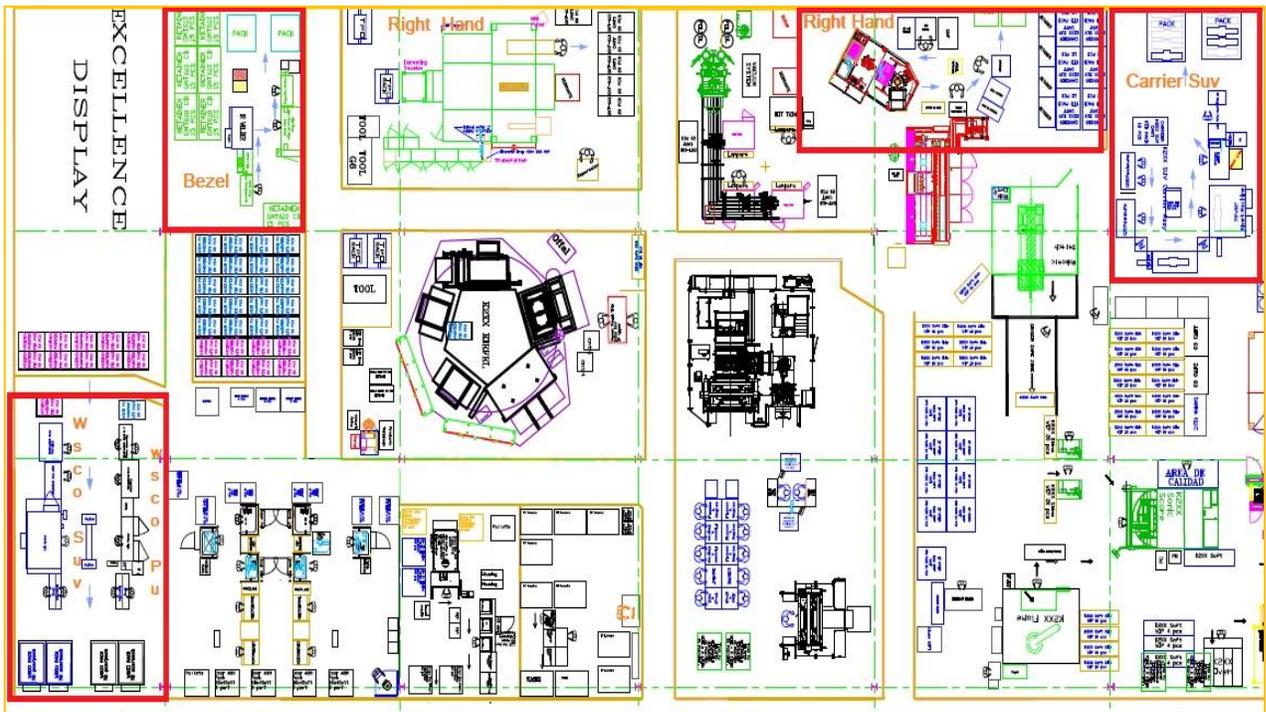


Ilustración 2. Layout de la planta automotriz

En la siguiente *Ilustración 3. Carrier Suv*, se observa el flujo del proceso, en color azul, la cual se indica con flechas en sentido contrario de las manecillas del reloj. Se muestra un triángulo invertido lo cual significa un inventario, es decir donde se localizan los mini mercados dentro del área. Sin embargo parte del área de Right Hand, se encuentra llenó de material del área de Carrier Suv.

A continuación se describe cada estación de trabajo previo a la *Ilustración 3. Carrier Suv*.

Estación 1. En esta estación se cuenta con 2 operadoras, ambas se encargan de ensamblar 3 números de partes diferentes, las cuales son push nut, remaches y bracket. Se usan 36 componentes de push nut, 2 remaches (rivet) y se tiene 3 carritos de 20 piezas del bracket (pieza metálica).

Estación 2. En la segunda estación, solo se tiene un operador, quien se encarga de ensamblar 23 componentes de push nut por tablero.

Estación 3. En esta estación se tiene un operador, el cual se encarga de ensamblar 2 componentes, el pab bracket (pieza metálica) y el remache. El materialista trae de almacén 2 carritos de pab bracket con la cantidad de 225 piezas cada uno, aun cuando la capacidad es de 100 piezas por carrito, sin embargo de este componente se utiliza una piza por tablero. En esta misma operación se ensamblan 3 remaches a cada tablero.

Estación 4. La operadora manualmente ensambla los componentes de push nut, posteriormente coloca el tablero en la máquina para que empiece su ciclo de ensamble.

Estación 5. La operadora ensambla manualmente 4 piezas de tornillo hexagonal, 2 limitadores de compresión (compression limiter) y coloca la etiqueta al tablero para el siguiente proceso de inspección final.

Estación 6. Una vez concluido el proceso de ensamble, la operadora procede a inspeccionar visualmente el tablero, verificando que contengan los componentes y marcado cada uno ellos, según lo especificado en la instrucción de trabajo.

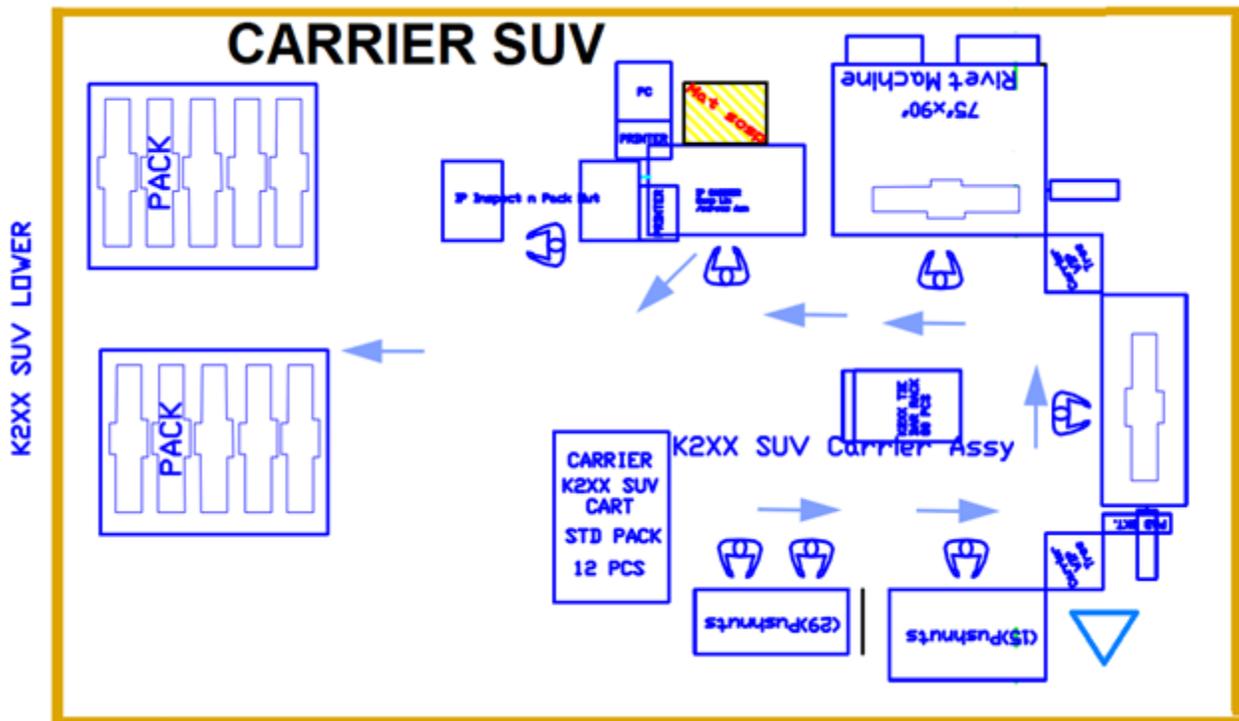


Ilustración 3. Carrier Suv

En la *Fotografía 1. Minimercado Carrier Suv*, se observa el mini mercado a un costado del lado izquierdo de la estación 3, en este pequeño rack se tiene 3 números de partes entre ellos, push nut, remaches y pab bracket, teniendo 2 cajas de cada componente.

En la *Fotografía 2. Minimercado Carrier Suv*, de igual manera se tiene un pequeño rack, en la cual se encuentra push nut, remaches y limitadores de compresión. Se tienen 2 a 3 cajas de componentes pequeños en el rack; se puede observar que las cajas no se encuentran correctamente acomodadas.

En la *Fotografía 3. Minimercado área de Carrier*, muestra el mal apilamiento de las cajas por parte de los materialistas, excediendo la cantidad de cajas permitidas en el área de almacén.



Fotografía 1. Minimercado Carrier Suv



Fotografía 2. Minimercado Carrier Suv



Fotografía 3. Minimercado área de Carrier Suv

En la *Ilustración 4. Área de Right Hand*, se observa que la línea se encuentra en forma de U, se muestra con flechas en sentido contrario a las manecillas del reloj, en la primera estación donde inicia el flujo del proceso se encontró una inconformidad, ya que el materialista al traer materia prima en un carrito crea un exceso de material de diferentes números de partes *Fotografía 4. Minimercado área de Right Hand, Fotografía 5. Minimercado del área de Right Hand, Fotografía 6. Minimercado de pad door área de Right Hand* se muestra el excedente de materia prima, esto debido a que el materialista no solo se encarga de surtir material a la línea, si no también se encarga de llevar el producto terminado al área de embarques.

Estación 1. El operador toma con la mano derecha un tornillo y lo coloca en el tablero, en seguida con una pinza ensambla los tornillos. Para finalizar toma un inserto lo coloca en la máquina y realiza un sub ensamble colocando un pab door en la prensa.

Estación 2. La operadora toma una pieza de push pin (remache) utilizando la mano izquierda y con la mano derecha enrosca con ayuda de una pinza neumática, posteriormente toma una pieza de outlet, trayasm-ipstow, retainer y ensambla al tablero.

Estación 3. El operador toma el tablero coloca un trozo pequeño de cinta adhesiva y coloca en la esquina superior del tablero, para posteriormente el tablero, escanea la pieza y coloca en el contenedor.





Fotografía 4. Minimercado área de Right Hand



Fotografía 5. Minimercado del área de Right Hand



Fotografía 6. Minimercado de pad door área de Right Hand

A continuación se muestra en la *Ilustración 5. Área de Bezel* el flujo del proceso en color azul, iniciando de izquierda a derecha.

Estación 1. El operador se encarga de ensamblar los siguientes componentes, deflector asm-i/p-air, receptical apo y receptical cap.

Nota: Entre la estación 1 y 2 se encuentra el mini mercado de material que el materialista extrae del área de inserto.

Estación 2. La operadora toma el tablero y ensambla los siguientes componentes: head lamp switch, switch housing, retainer seal-left, retainer seal-right, seal-string. Estos materiales son extraídos del área de inserto.

Estación 3. La operadora toma el tablero lo coloca en la máquina y posteriormente coloca los clips en diferentes puntos del tablero para el ensamble. Así mismo se encarga de inspeccionar y marcar los componentes del tablero.

Se observa que en rack *Fotografía 7. Minimercado del área Bezel*, se encuentran los diferentes números de partes requeridos en el área de Bezel, la mayoría de los componentes que se utilizan en la línea son componentes medianos, solo se tiene 3 números de partes clasificados como partes pequeñas, sin embargo se observa claramente que tiene un excedente de cajas en el rack.



*Fotografía 7. Minimercado del área Bezel*

# RIGHT HAND



# BEZEL

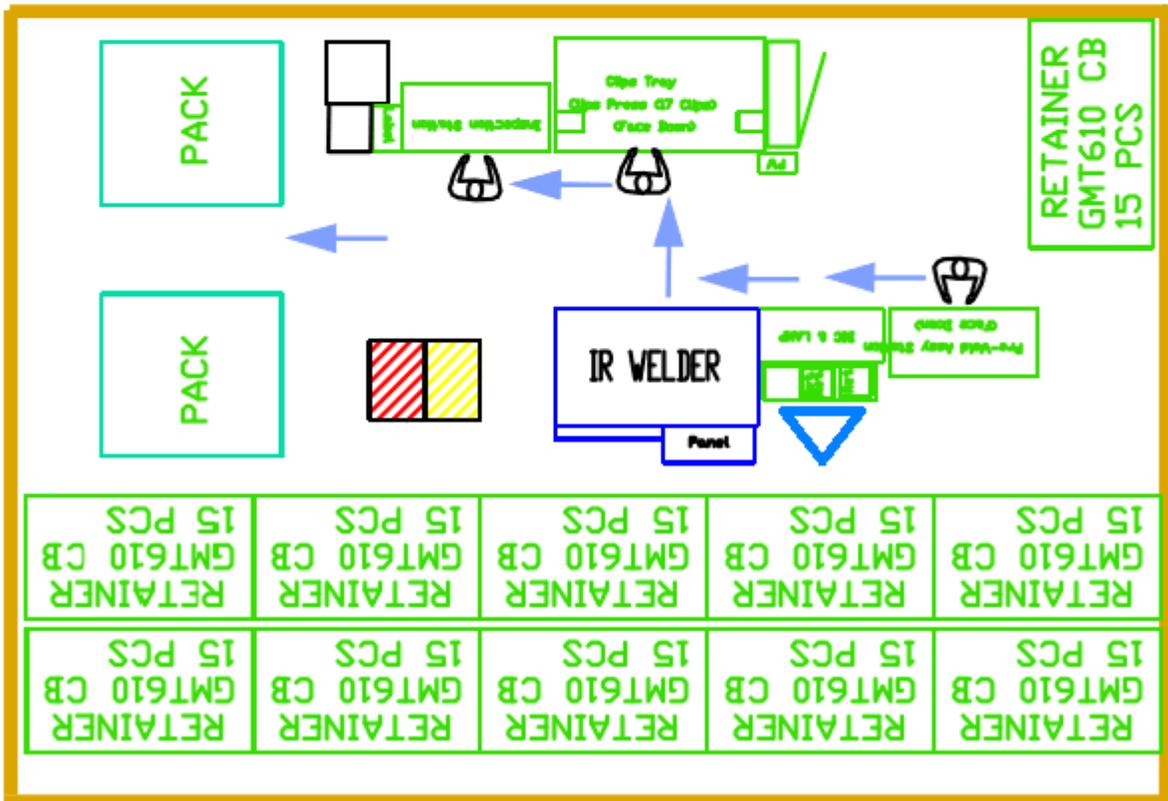


Ilustración 5. Área de Bezel

La Fotografía 8. Minimercado de Wsco Suv/Wsco Pu y Fotografía 9. Minimercado en el área de Wsco, muestra el excedente de materia prima de ambas líneas.



Fotografía 8. Minimercado de Wsco Suv/Wsco Pu



Fotografía 9. Minimercado en el área de Wsco Suv

En la *Ilustración 6. Área de Wsco Suv y Wsco Pu*, se representa el flujo el proceso de izquierda a derecha de ambas líneas. Estas dos últimas áreas tienen su minimercado localizada en el área de Wsco Suv, es decir que área de Wsco Up almacena su materia prima en la línea de Wsco Suv en la estación 1 y 2.

### **Wsco Up**

Estación 1. La operadora toma un carrito del banco de material (buffer), para realizar la operación de ensamble de los siguientes componentes, seal defroster coloca una tira pequeña y 4 piezas de tape flock.

Estación 2. La operadora coloca una tira de seal windshield al tablero y luego lo pasa a la siguiente operación.

Estación 3. La operadora coloca el tablero en la máquina y ensambla 10 componentes de clips.

Estación 4. Las operadoras se encargan de inspeccionar el tablero y marca cada componente para posteriormente escanear la pieza y colocarlo en el contenedor.

### **Wsco Suv**

Estación 1. Las operadora toma un carrito del banco de material (buffer), para realizar la operación de ensamble de los siguientes componentes seal defroster coloca una tira pequeña y 4 piezas de tape flock.

Estación 2. La operadora coloca una tira de seal windshield al tablero lo pasa en la siguiente operación.

Estación 3. La operadora coloca el tablero en la máquina y ensambla 12 componentes de clips.

Estación 4. Las operadoras se encargan de inspeccionar el tablero y marcando cada componente para posteriormente escanear la pieza y colocarlo en contenedor.

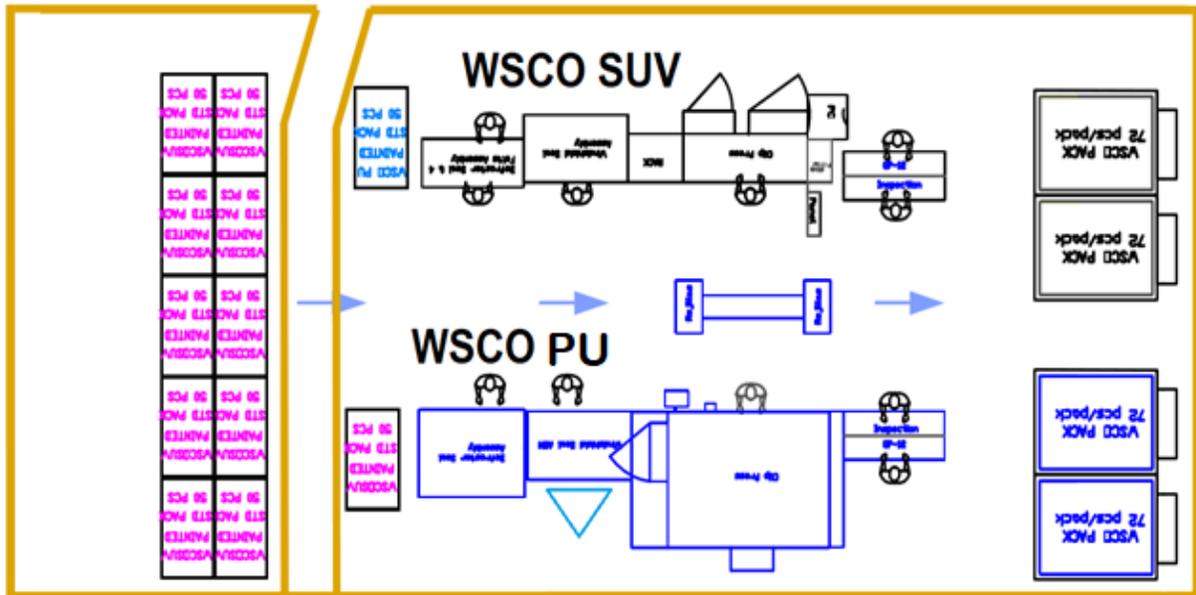


Ilustración 6. Área de Wsco Suv y Wsco Pu

Posteriormente se revisó el diagrama de monitos para conocer la cantidad de materialistas asignados en las 5 líneas, dándonos un total de 7 materialistas en ambos turnos como se muestra en la *Tabla 1. Materialistas requeridos en líneas finales*. Por ejemplo para Carrier se tienen 2 materialistas, uno de partes pequeñas y medianas y otro para el mini mercado 2 se encarga de partes grandes. En área de Right Hand solo se tiene un materialista encargado de surtir material a línea al igual que Bezel, el materialista se encarga de transportar, de almacén a línea los componentes pequeños, medianos y grandes.

Por ultimo tenemos a las dos áreas de Wsco Pu y Wsco Suv, un solo materialista se encarga de surtir a las dos líneas y llevarse los carritos al área de embarques de las dos líneas por eso tenemos 0.25, porque un solo materialista realiza 4 actividades.

*Tabla 1. Materialistas requeridos en líneas finales*

Área de producción	No. de materialistas		Total de materialistas por área
	Primer turno	Segundo turno	
Carrier	2	2	4
Right Hand	1	0	1
Bezel	1	0	1
Wsco Suv	0.25	0.25	0.5
Wsco Pu	0.25	0.25	0.5
Total de materialistas			7

### 3.6 Estandarizar

Por otra parte para llevar a cabo el proyecto se registraron las actividades de los materialistas previo a la observación de la ruta a seguir, para tener datos exactos fue necesario tomar tiempos en un lapso de dos meses; en ese tiempo se obtuvo la siguiente información derivada de las actividades de los materialistas de las cinco líneas.

En esta tabla se muestra la actividad realizada por el primer materialista de Carrier con su respectivo tiempo en minutos, segundos, la frecuencia por turno y

tiempo total en segundos cabe mencionar que los tiempos tomados fueron constantes.

Para determinar el tiempo total, es necesario convertir tiempo en segundos conociendo como base que 1 hora equivale a 60 minutos, esto a su vez equivale a 3600 segundos. Para cada actividad se convirtió todo en segundos, para una mayor facilidad del estudio, por ejemplo, la actividad rellenar carritos de bracket se determinó de la siguiente manera, los 15 minutos se convirtió a segundos como se expresa a continuación.

$$(\text{minutos} \times 60 \text{ segundos}) + \text{segundos}) \times \text{frecuencia por turno} = \text{tiempo total seg.}$$

$$((3 \times 60) + 24) \times 8 = 1632 \text{ segundos}$$

Como resultado del total en horas, se sumó el tiempo total en segundos, entre 3600 segundos, que equivale 60 minutos de las 6 actividades realizadas por el materialista, dándonos un total de 2 horas y en base a esto se determinó la utilización del materialista, sabiendo que en un turno de trabajo dentro de la empresa es de 7.5 horas efectivas.

$$\text{Ejemplo: } \frac{2.79}{7.5} \times 100 = 37\%$$

<b>CARRIER</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Frecuencia x turno</b>	<b>Tiempo total (seg)</b>
Rellenar carritos de bracket	3 min, 24 seg	8	1632
Disposición cartón y basura	3 min, 2 seg	1	182
Relleno de línea	7 min, 34 seg	3	1362
Traer tarima con bracket	16 min, 26 seg	3	2958
Disponer tarima con contenedores vacíos de bracket	5 min, 13 seg	3	939
Traer cajas y rellenar rack	16 min, 26 seg	3	2958
		<b>Total horas</b>	<b>2.78</b>
			37%

Tabla 2. Actividad del materialista 1 de Carrier suv

El segundo materialista, solo se encarga llevar carros vacíos y traer 2 carros de tie-bar del área de Gobar, esta actividad solo la realiza 3 veces durante el turno, debido a que la capacidad del carrito es de 80 por esta razón solo va 3 veces durante el turno, ya que la capacidad de la línea es de 62 tableros por hora; por lo tanto en cuanto al porcentaje de utilización, es del 8%, es decir que se encuentra totalmente sobrado de tiempo en cuanto su actividad.

Tabla 3. Actividad del materialista 2 de Carrier Suv

<b>CARRIER</b>			
Actividad	Tiempo	Frecuencia x turno	Tiempo total (seg)
Llevar carros vacíos y traer 2 carros de Gobar	15 min, 8 seg	3	2724
Materialista 2 partes grandes		Total horas	<b>0.76</b>
			8%

Para el área de Right Hand, solo se tiene un materialista, que se encarga de realizar 11 actividades sin embargo su tiempo de utilización, es solo del 54% esto se debe, a que al surtir material, solo va a almacén 5 veces durante el turno.

Tabla 4. Actividad del materialista de Right Hand

<b>RIGHT HAND</b>			
Actividad	Tiempo (seg)	Frecuencia x turno	Tiempo total (seg)
Trasladar carro de inserto (128 pcs/carro)	1 min	4	240
Rellenar inserto a carro en línea	5 min	10	3000
Producto terminado/empaque	5 min, 05 seg	22	6710
Disposición scrap/basura	6 min, 47 seg	8	3256
Surtir adhesivo/ disponer cubetas vacías	5 min, 16 seg	2	632
Llevar sobrante de tpo a molino	3 min, 25 seg	2	410
llevar tpo scrap a patio	1 min, 30 seg	2	190
Relleno de rack (ir al almacén)	19 min, 34 seg	5	5870
Ir por rollo de TPO a EXTRUIDORES	11 min, 53 seg	2	1426
Colocar rollo de bolsas	3 min, 55 seg	3	705
Relleno de línea	7 min, 26 seg	5	2230
		Total horas	<b>5.0</b>
			54%

Tabla 5. Actividad del materialista de Bezel

<b>GMT-610 BEZEL</b>			
Actividad	Tiempo	Frecuencia x turno	Tiempo total (seg)
Recibo/Inyección -línea (incluye charola vacía)	37 min, 36 seg	1	2256
Relleno de rack	9 min, 47 seg	1	587
Relleno Componentes	2 min, 55 seg	5	875
Relleno insertos	3 min	5	900
Producto terminado/Empaque	6 min, 01 seg	28	10108
Disposición de cartón y basura	9 min, 40 seg	3	1740
		<b>Total horas</b>	<b>1.8</b>
			<b>19%</b>

Tabla 6. Actividad del materialista compartido de Wsco Pu y Wsco Suv

<b>WSCO PU/SUV</b>			
Actividad	Tiempo	Frecuencia x turno	Tiempo total (seg)
Ir al almacén y regresar	8 min, 27 seg	3	1521
Cargar carrito en supermercado	2 min	40	4800
Disposición cartón y basura	6 min, 44 seg	1	404
Rellenar el rack	10 seg	40	400
Relleno de línea	20 min, 20 seg	1	1220
Llevar carrito de material a reparación	6 min, 38 seg	3	1194
		<b>Total horas</b>	<b>2.6</b>
			<b>35%</b>

### Recolección de datos

Para llevar a cabo el plan de reducir la cantidad de materialista, como segunda actividad se recolecto la información de las cinco áreas mencionadas anteriormente, con la finalidad de conocer los componentes de las diferentes líneas.

A lo largo de un mes se obtuvo la siguiente información, en esta se muestra los componentes utilizados en cada área relacionando los números de partes.

### Fase 1. Conteo de material en rack de las líneas.

En la primera fase, como parte fundamental del proyecto, se realizó el conteo de material en cada una de las líneas. Este proceso se llevó a cabo durante un mes, debido a que se requería la recolección de datos de los componentes de cada línea. Este trabajo de conteo de material dentro de las líneas fue complicado, debido a que el conteo, se realizó en las horas de descanso. Sin embargo, el descanso para las 5 líneas ocurría al mismo tiempo, lo cual dificultó el proceso de conteo de la materia prima en las 5 áreas a evaluar. La finalidad era no interrumpir cada una de las líneas mencionadas en este capítulo. Una vez recolectado los datos necesarios se procedió a realizar una captura en una hoja de cálculo en Excel, la cual en la empresa se le denominada plan para cada parte (PEFP por sus siglas en ingles plan for every part).

A continuación se presentan *Fotografía 10. Clips del área de Bezel* se muestra el componente en la cual se realizó el conteo de material en cada estación de trabajo, estos datos se utilizaran para el análisis del plan for every part.



*Fotografía 10. Clips del área de Bezel*



Fotografía 11. Conteo de material

En la *Fotografía 11. Conteo de material* se muestra como evidencia la necesidad de aprender a usar como herramienta la báscula, así como aprender a calibrarla cada vez que se utilizaba. Todo ello con la finalidad de que los datos obtenidos fueran exactos.

Como complemento, también se realizó el conteo de la materia prima existente dentro de las líneas, en áreas llamadas mini mercados e inventario entre proceso. También fue necesario contabilizar las cajas existentes de cada número de parte y verificar físicamente, si la materia prima eran componentes de bajo volumen o alto volumen, mediante la cantidad de piezas (standard pack).

Fase 2. Recolección de información mediante el sistema Plex (b)

En la segunda fase del proyecto consiste en recopilar la información de las líneas a desarrollar para conocer los tipos de componentes que manejan mediante el bill de materiales la cual nos desglosa los compontes utilizados en las líneas de ensamble.

Mediante el rolled up se muestra la cantidad de compontes utilizados para el producto desde el área de inyección hasta ensamble final, tales números de ensamble final son:

*Tabla 7. Listado de modelos finales*

Área	Listado de modelos finales
<b>Carrier</b>	84303602-AR
<b>Right Hand</b>	84089983-We-Rev.002
	84089985-We Rev.001
<b>Clúster Bezel</b>	23322270-SF
	23322270-WE
<b>Wsco Suv</b>	22883585-AR
	22883587-AR
	22883586-AR
	23883588-AR
<b>Wsco Pu</b>	84390218-MX
	84017656-MX
	84017658-FL
	840176559-FL

Una vez concluido lo anterior, se ordenó la información recolectada en rolled up. Sin embargo en la base de datos recabados en Excel, hacía falta conocer la cantidad de inventario existente en las líneas, por esta razón se procedió al conteo de material, en cada estación de las diferentes áreas mencionadas en este capítulo.

### Fase 3. Conteo de materia prima por estación de trabajo.

Para realizar el conteo de inventario se procedió primero con el área de Carrier. Aquí se clasificaron los componentes de acuerdo a su volumen en pequeños, medianos y grandes esto en base la cantidad de la caja estándar (estándar pack).

Una de las bases importantes para implementar la ruta de materiales, es la cantidad de componentes que pueden colocarse en un bin. Calcular esta cantidad es una acción fundamental requerida para suministrar a las líneas. Después de ello, será necesario determinar el número de bines, así como la frecuencia de uso, que cumplan con la cantidad total de unidades de materia prima requerida en la línea.

A continuación se muestra, para el área de Carrier, los datos obtenidos en base al conteo de capacidad del contenedor y el bin de la línea. Cabe mencionar que los componentes son clasificados en pequeños, medianos y grandes. Por lo tanto en algunas estaciones no se requiere de bin, es decir solo los componentes de partes pequeñas tales como push nut, rivet en otros se utilizan bines, debido a que el tamaño de la pieza y/o componentes no es el indicado para un sistema de dos bines. El sistema de dos bines consiste en remplazar un bin vacío por uno lleno.

Estacion	Numero de parte	Contenedores	Piezas	Piezas totales en contenedor	Piezas por tablero	Cantidad en bin	numero de bins	std pack	Duracion de contenedor	Categoria	
1	16901218	4		15143	36	5000	2	5000	6.8	p	
	16939470	1	357	357	2	237	2	2500	2.9	p	
	16961602	3	20	60	1	N/A	N/A	100	1.0	m	
2	16901218	2	10247	10247	23	5000	2	5000	7.2	p	
3	16938947	2	225	450	1	N/A	N/A	100	7.3	m	
	16939423	1	1430	1430	3	500	2	4500	7.7	p	
4	16931718	4	80	320	1	N/A	N/A	80	5.2	g	
	16760959	6	0	0	6	1400	2	6672	0.0	p	
5	11589012	1	1220	1220	4	500	2	4000	4.9		
	16932331	1	6062	6062	2	3400	2	20000	48.9		

Ilustración 7. Tabla de estación de trabajo área de Carrier Suv

En la *Ilustración 7. Tabla de estación de trabajo área de Carrier Suv*, se muestra la cantidad de estaciones, todo se anotó conforme a la recolección de datos y para calcular la duración del contenedor, es decir cada cuanto se tiene que rellenar un bin.

El cálculo de duración de contenedores (DC) se determina de la siguiente manera:

$$DC = \frac{\frac{\text{piezas totales en contenedor}}{\text{piezas por tablero}}}{\text{tableros por hora}}$$

Teniendo como base que en el área se producen 62 tableros por hora, se obtiene lo siguiente:

$$DC = \frac{\frac{15143 \text{ piezas}}{36 \text{ piezas por tablero}}}{62 \text{ tableros por hora}} = 6.78 \cong 6.80 \text{ horas}$$

Fase 4. Estandarización de la instrucción de trabajo y ruta por hora.

Se elaboró de manera detallada la ruta por hora (*Ilustración 8. Ruta por hora*, *Ilustración 9. Ruta por hora*, *Ilustración 10. Ruta por hora*), en esta se describe la estación, el área, el número de parte y la cantidad de requerida en cada estación.

La instrucción de trabajo se modificó totalmente, puesto que ahora solo un materialista se encargara de la ruta de partes pequeñas, mientras que el segundo materialista se encarga de la ruta de material de partes medianas y grandes. Cada uno cuenta con su instrucción, en el cual se especifica cada pasó a seguir y se anexo el Layout de la ruta en la instrucción de trabajo (*Ilustración 11. Instrucción de trabajo*, *Ilustración 12. Layout de ruta del materialista*).

PRIMER TURNO																		
 <b>HORARIO</b>																		
6:30- 7:30				7:31-8:20				8:21- 9:10				9:10- 10:00				10:00-10:30		
Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS			
1	WSCO PU/SUV	16932201	1	1	Bezel	23135645	1	1	Bezel	23135645	1	1	WSCO SUV	16932448	4			
1	WSCO PU/SUV	16931786	1	1	Right Hand	16868684	2	2	Bezel	16911897	1	1	WSCO SUV	16932449	4			
1	WSCO SUV	16932448	4	2	Right Hand	16939469	1	1	Right Hand	16868684	2	1	WSCO SUV	16932450	4			
1	WSCO SUV	16932449	4	2	Right Hand	23321714	2	2	Right Hand	16939469	1	1	WSCO SUV	16932451	4			
1	WSCO SUV	16932450	4					2	Right Hand	23321714	2	1	Bezel	23135645	1			
1	WSCO SUV	16932451	4					2	Bezel	16911801	1							
1	Bezel	23135645	2					2	Bezel	16911800	1							
2	Bezel	16911801	1					1	Right Hand	16868684	2							
2	Bezel	16911800	1					2	Right Hand	16939469	1							
2	Bezel	16912015	1					2	Right Hand	23321714	2							
2	Bezel	16912016	1					3	Carrier	16938947	1							
2	Bezel	16911897	1															
1	Right Hand	16868684	4															
2	Right Hand	16939469	2															
2	Right Hand	23321714	2															
3	Carrier	16938947	2															

	Se encuentran en insertos
	Verificar existencia en línea
	Relleno en línea

Ilustración 8. Ruta por hora.

PRIMER TURNO																			
 <b>HORARIO</b>																			
10:31-11:20				11:21-12:10				12:11-13:00				13:01-14:00							
Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS				
1	WSCO PU/SUV	16931786	1	1	Bezel	23135645	1	1	WSCO SUV	16932448	4	1	Bezel	23135645	1				
1	Bezel	23135645	1	2	Right Hand	16939469	1	1	WSCO SUV	16932449	4	1	Right Hand	16868684	2				
2	Bezel	16911897	1	2	Right Hand	23321714	2	1	WSCO SUV	16932450	4	2	Right Hand	16939469	1				
2	Bezel	16912015	1	3	Carrier	16938947	1	1	WSCO SUV	16932451	4	2	Right Hand	23321714	2				
2	Bezel	16912016	1					1	Bezel	23135645	1	3	Carrier	16938947	1				
1	Right Hand	16868684	2					2	Bezel	16911897	1								
2	Right Hand	16939469	1					2	Bezel	16911801	1								
2	Right Hand	23321714	2					2	Bezel	16911800	1								
								1	Right Hand	16868684	2	1	Right Hand	16868684	2				
								2	Right Hand	16939469	1	2	Right Hand	16939469	1				
								2	Right Hand	23321714	2	2	Right Hand	23321714	2				

	Se encuentran en insertos
	Verificar existencia en línea
	Relleno en línea

Ilustración 9. Ruta por hora.

PRIMER TURNO												
 <b>HORARIO</b>												
14:01-14:20	14:21-15:10				15:11-16:00				16:01-16:36			
DESCANSO	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS	Estacion	Area	# PARTE	CAJAS
	1	WSCO PU/SUV	16931786	1	1	WSCO SUV	16932448	4	1	Bezel	23135645	1
	1	WSCO PU/SUV	16932201	1	1	WSCO SUV	16932449	4	2	Bezel	16911801	1
	1	Bezel	23135645	1	1	WSCO SUV	16932450	4	2	Bezel	16911800	1
	2	Bezel	16939469	1	1	WSCO SUV	16932451	4	2	Bezel	16911897	1
	2	Bezel	16911801	1	1	Bezel	23135645	1	1	Right Hand	16868684	2
	2	Bezel	16911800	1	1	Right Hand	16868684	2	2	Right Hand	16939469	1
	2	Bezel	16912015	1	2	Right Hand	16939469	1	2	Right Hand	23321714	2
	2	Bezel	16912016	1	2	Right Hand	23321714	2				
	1	Right Hand	16868684	2	3	Carrier	16938947	2				
	2	Right Hand	16911897	1								
	2	Right Hand	23321714	2								
	3	Carrier	16938947	1								

	Se encuentran en insertos
	Verificar existencia en línea
	Relleno en línea

Ilustración 10. Ruta por hora.

INTEVA						Inteva Mexico S. de R.L. de C. V. – Operaciones Matamoros INT- 4017							
Instrucción de Trabajo al Operador						Referencia: INTEVA 7.5.1.2							
Autor: A. Pérez						Fecha EF/ REV: 02/27/2016							
REVISIÓN	FECHA	NOMBRE DEL PRODUCTO:				APROBACIONES	NOMBRE	FIRMA					
7-DIC-13	2 DE 3	RUTA DE MATERIALISTA WSCO-BEZEL-RH-CARRIER				ING. INDUSTRIAL	HUGO B. IZAGUIRRE						
06-JUN-18		No. DE MAQUINA				SUP. PRODUCCION	ANA VEGA						
No. DE INSTRUCCION		OPERACION:				ING. CALIDAD	DAMIAN GONZALEZ						
ITT-SW-314		RECORRIDO DEL MATERIALISTA PARA EL ABASTECIMIENTO DE PARTES MEDIANAS Y GRANDES.											
No.	ELEMENTOS DE TRABAJO (QUE)	SM	PUNTOS CLAVE (COMO)	RAZON (POR QUE)	AYUDAS VISUALES								
9	TRASLADARSE DE WSCO A BEZEL	◆	VERIFICAR EL LAYOUT DE RUTA DE MATERIALES. (ANEXO 1)	SEGUIR SECUENCIA DE RELLENO									
10	(ESTACION #1, DEFLECTOR 23135645) TOMAR LAS CAJAS CORRESPONDIENTES Y COLOCARLAS EN LA ESTACION (FOTO 7)	◆	COLOCAR LAS CAJAS EN LA ESTACION	PARA ABASTECIMIENTO DE LA LINEA									
11	(ESTACION #2, HOUSING 16911800, 16911801, RETAINER SEAL 16912015, 16912016, SEAL-STRO 16911897) TOMAR CONTENEDOR CORRESPONDIENTE Y RELLENAR EN LA LINEA. (FOTO 8)	◆	COLOCAR LA CAJA EN LA ESTACION	PARA ABASTECIMIENTO DE LA LINEA									
12	TRASLADARSE DE BEZEL A RIGHT HAND	◆	VERIFICAR EL LAYOUT DE RUTA DE MATERIALES. (ANEXO 1)	SEGUIR SECUENCIA DE RELLENO									
13	(ESTACION #1, PAB DOOR 16868684) TOMAR LAS CAJAS CORRESPONDIENTES Y COLOCARLAS EN LA ESTACION. (FOTO 9)	◆	COLOCAR LA CAJA EN LA ESTACION	PARA ABASTECIMIENTO DE LA LINEA									
14	(ESTACION #2, TRAY ASM 23321714) TOMAR LA CAJA DEL RACK QUE SE ENCUENTRA EN LA LINEA Y COLOCARLA EN LA ESTACION. (FOTO 10 y 11 A)	◆	COLOCAR LA CAJA EN LA ESTACION	PARA ABASTECIMIENTO DE LA LINEA									
15	(ESTACION #2, A/C OUTLET 18839469) TOMAR LA CAJA CORRESPONDIENTE Y COLOCARLA EN LA ESTACION. (FOTO 11-B)	◆	COLOCAR LA CAJA EN LA ESTACION	PARA ABASTECIMIENTO DE LA LINEA									
16	TRASLADARSE DE RIGHT HAND A CARRIER	◆	VERIFICAR EL LAYOUT DE RUTA DE MATERIALES. (ANEXO 1)	SEGUIR SECUENCIA DE RELLENO									
<b>QUALIDAD:</b> EN CASO DE ENCONTRAR ALGUNA DISCREPANCIA COMUNICARLE A SU SUPERVISOR O LIDER. <b>HERRAMIENTA Y EQUIPO:</b> USE LA HERRAMIENTA Y EL EQUIPO PROPIO PARA ESTA OPERACION. <b>SEGURIDAD:</b> USE LENTES DE SEGURIDAD, ZAPATO DE SEGURIDAD, CHALECO REFLECTIVO, GUANTES. <b>ULTIMA REVISION:</b> INSTRUCCION MODIFICADA SE ASIGNARON NUEVAS ACTIVIDADES AL MATERIALISTA. <b>NOTA:</b> MANTENER SU AREA DE TRABAJO LIMPIA Y ORDENADA EN TODO MOMENTO.									<b>NOTA:</b> 1. VERIFIQUE QUE EL RACK CONTenga AL MENOS EL MINIMO O QUE NO SOBREPASE EL MAXIMO DE CAJAS DE CADA NUMERO DE PARTE. 2. VERIFIQUE LA TABLA POR HORA PARA RELLENAR LAS ESTACIONES DE TRABAJO Y ASEGURE EN ABASTECER A LA LINEA 3. ESCANEAR CAJAS ANTES DE SALIR DEL ALMACEN. 4. UTILIZAR SU EPP NECESARIO PARA LA OPERACION A DESARROLLAR.				
LEYENDA DEL SIMBOLO (SM):		+	SEGURIDAD	◆					CALIDAD	⚠	CRITICOS	⊘	WIP

Ilustración 11. Instrucción de trabajo

### 3.7 Kaizen del flujo y proceso



#### ANEXO 1 Ruta de partes medianas y grandes.

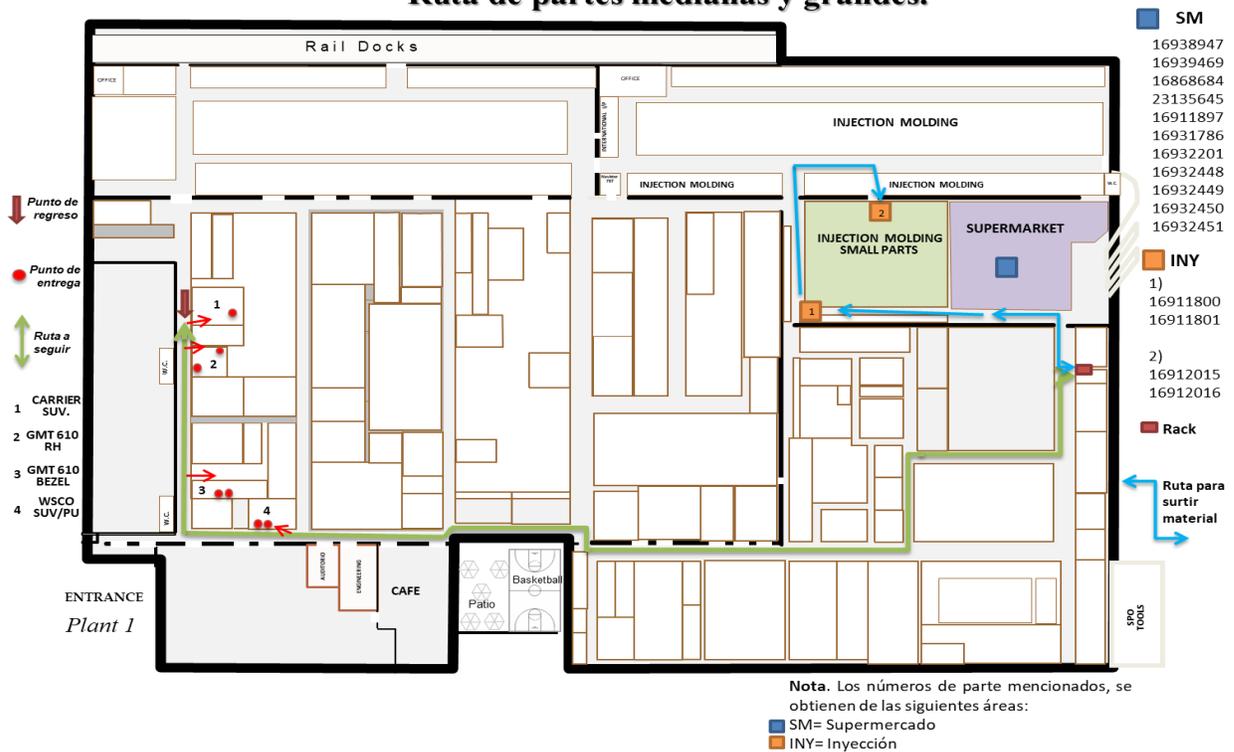


Ilustración 12. Layout de ruta del materialista

#### Fase 6. Simulación del recorrido de material

Una vez concluyendo con la identificación, acomodo de cajas en el rack, la ruta por hora y la instrucción de trabajo. Con ayuda del materialista Aron, quien participo durante 3 semanas en la simulación de la ruta de materiales, indicándole los puntos de entrega del material requerido en las líneas, se explicó brevemente la secuencia de la ruta que consta de los siguientes puntos.

1. verificar el mínimo y máximo de componentes en el rack.
2. surtir el rack de material faltante (ir a almacén).
3. ordenar cajas en el rack.

4. verificar ruta por hora y rellenar bin (componentes pequeños).
5. acomodar cajas en el carrito de materiales (verificar ruta).
6. iniciar ruta del área de secuenciado a las líneas.
7. rellenar líneas e iniciar nuevamente con la ruta.

Terminada la explicación de la ruta, se procedió al estudio de tiempos de recorrido para conocer el tiempo total de la ruta. Siendo este factible para la implementación en la empresa.

#### Fase 7. Capacitación del personal

La capacitación al personal es parte fundamental de la empresa, es necesario una detección de necesidades, así como la orientación a todo el personal en la organización los objetivos primordiales de la empresa en la cual labora; de la misma manera capacitar en técnicas necesarias para la realización de sus actividades de forma eficiente, para ello se debe tener roles bien definidos.



*Ilustración 13. Lineamientos*

La capacitación a los materialistas se implementó en ambos turnos, con la finalidad de eliminar el inventario en la línea de tal manera que ambos turnos mantengan el área limpia y segura, es necesario desarrollar su aprendizaje y conocimiento del método del sistema de dos bines, señalando los puntos críticos de la ruta para ser eficientes en sus actividades.

### 3.8. Kaizen de equipo/herramientas/maquinas

Fase 8: Una vez calculado la cantidad de componentes de partes pequeñas se procedió a realizar las tarjetas kanban.

Mediante las tarjetas kanban se identificaron los bins y el rack con la finalidad de mejorar la ubicación del material, evitar pérdidas de materiales, tener un control de inventario dentro de la empresa. De tal manera que ayudara a crear un mejor entorno laboral, más seguro y eficiente.

En la Ilustración 14. Ejemplo de tarjeta kanban área de Carrier, se muestra el área, el número de parte, la descripción del componente, la estación, cantidad en piezas y cantidad en horas. Estas tarjetas fueron necesarias para identificar cada bin en cada estación mediante un código de colores para que el materialista distinga cada área, puesto que hay componentes con el mismo número de parte, la cual es requerida en otra línea.

CARRIER SUV			Cant. Piezas	Cant. Horas
NUMERO DE PARTE				
<b>16939470</b>			<b>237</b>	<b>1.9</b>
DESCRIPCION	RIVET			
ESTACION	1			

*Ilustración 14. Ejemplo de tarjeta kanban área de Carrier.*

Por otro lado fue necesario identificar el rack con los componentes requeridos en las diferentes áreas. Debido a que ciertas áreas se manejan el mismo componente, se calculó la cantidad total de dicho número de parte y la cantidad total de uso por hora.

En la siguiente Ilustración 15. Tarjeta kanban para identificación del rack, se observa el número de parte, la descripción breve del componente, cantidad de piezas, la cantidad de horas, el mínimo y máximo en el rack.

NUMERO DE PARTE		Cant. Piezas	Cant. Horas
<b>16939423</b>		<b>4500</b>	<b>24.2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	<b>RIVET</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>
		<b>1</b>	<b>1</b>

*Ilustración 15. Tarjeta kanban para identificación del rack*

#### Fase 9. Diseño de carrito de materiales

El equipo para el manejo de materiales está diseñado para resistir, transportar, manipular o controlar el flujo de materiales. En *Ilustración 16. Diseño del carrito de materiales*, se expresan las especificaciones requeridas para el uso de la ruta de materiales, está diseñado conforme a las necesidades de la ruta.

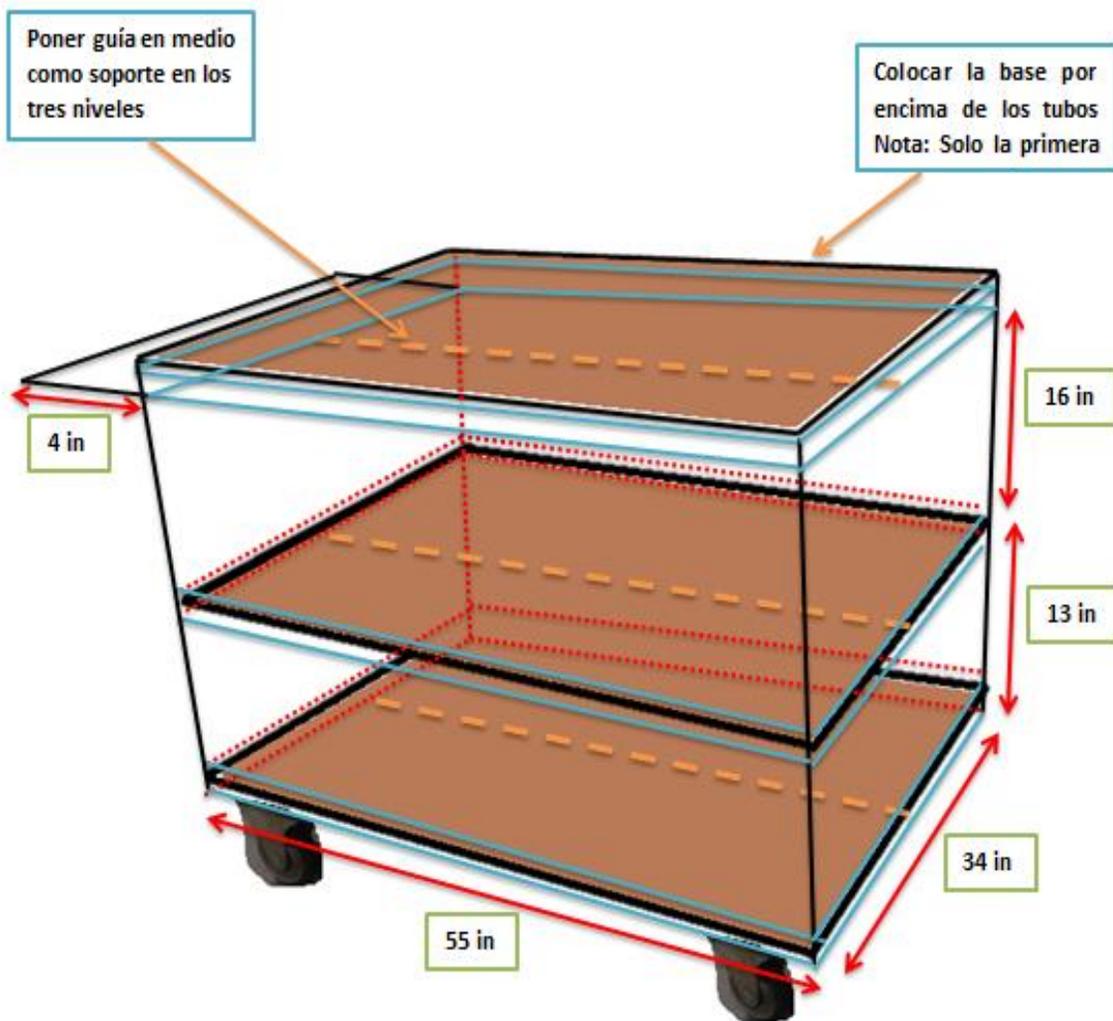


Ilustración 16. Diseño del carrito de materiales

### 3.9. Kaizen Layout: implementación de la ruta de materiales

Fase 10. Reubicación de rack.

Para el rack perteneciente al área de Right Hand, fue reubicado al área de secuenciado. Este fue reordenado según el peso total de las cajas, otra de las mejoras aplicadas fue la utilización de las tarjetas kanban para agilizar la búsqueda del material que se entregará a las líneas.



*Fotografía 12. Reacomodo de cajas*

Una vez capacitado el personal se llevó a cabo la ruta de materiales, se tomaron los tiempos desde que el materialista se dirige a almacén a mini mercado ubicado en el área de secuenciado, para posteriormente acomodar las cajas en el rack y rellenar los bins con los números de partes identificados visualmente en el bin. Posteriormente el materialista inicia su ruta y comienza a suministrar al área de Wsco Suv/Pu, Bezel, Right Hand y Carrier Suv.

El materialista debe recorrer la ruta la cual inicia de área de secuenciado, verificando los números de componentes faltantes para rellenar el rack, posteriormente verifica la ruta por hora para enseguida rellenar el bin con materia prima. Concluyendo con el llenado del bin, verifica las cajas requeridas en la estación al término de su actividad inicia el recorrido de la ruta, dando inicio al área de Wsco Pu, Wsco Suv, Bezel, Right Hand y Carrier Suv.



Fotografía 13. Concentrado de minimercado de Wsco Suv/Up, Bezel, Right Hand y Carrier Suv.



Fotografía 14. Carrito de ruta de materiales

# **CAPÍTULO IV. RESULTADOS**

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### Fórmulas para determinar el uso de componentes

A continuación, se presentan los datos obtenidos en la empresa automotriz, siendo estos: los números de parte, su uso por hora, la cantidad de tableros por hora, uso diario de cada componente, la cantidad de contenedores por estación, categorización de los contenedores, inventario total en piezas e inventario total en horas, días de inventario, costo unitario y el costo total de inventario.

Se emplean las siguientes formulas:

$$UH=UT \times TH$$

*Ecuación 1. Uso de componentes por hora*

Dónde:

UH es el uso de componentes por hora

UT es el uso de componentes por tablero

TH es el uso de tableros por hora

$$UD = UH \times CT$$

*Ecuación 2. Uso diario de componentes*

Dónde:

UD es el uso diario de componentes

UH es el uso por hora de componentes

CT es la cantidad de componentes durante el turno

$$TI = IL + IM$$

*Ecuación 3. Total de inventario en piezas*

Dónde:

TI es el total de inventario en piezas

IL es el inventario actual en la línea

IM es el inventario actual en el mini mercado

$$IH = \frac{TI}{UH}$$

*Ecuación 4. Inventario total en horas*

Dónde:

IH es el inventario total en horas

TI es el total de inventario en piezas

UH es el uso de componentes por hora

$$DI = \frac{TI}{UD}$$

*Ecuación 5. Días de inventario*

Dónde:

DI son los días de inventario

TI es el total de inventario en piezas

UD es el uso diario de componentes

$$CT = TI \times CU$$

*Ecuación 6. Costo total de inventario*

Dónde:

CT es el costo total de inventario

TI es el total de inventario en piezas

CU es el costo unitario de inventario

Ejemplo:

En la empresa automotriz, en el área de Carrier, se producen tableros de autos. Se tienen los siguientes datos que se muestra en la *Ilustración 17. Plan para cada parte (Plan for every part)*. En la empresa automotriz desea calcular los siguientes puntos: El uso por hora, el uso diario de componentes, el inventario actual en el mini mercado, total de inventario en piezas, inventario total en horas, los días de inventario. Se tienen 2 turnos quitando las horas de descanso tenemos que trabajan 14.5 en ambos turnos.

CARRIER SUV

Part Number	Description	Std Pack	UM	Uso por tablero	Tableros por hora	Inventario en Presentacion de partes	Cantidad de contenedores	inventario actual en Linea (pcs)	inventario actual minimercado (pcs)	\$Costo Unitario
16901218	PUSH NUT(GMT 900)	5000	PCS	59	62	1906	5	15143	60000	\$ 0.03
16939470	RIVET	2500	PCS	2	62	357	1	357	2500	\$ 0.06
16939423	RIVET	4500	PCS	3	62	1430	1	1430	9000	\$ 0.03
16938947	PAB BRACKET	100	PCS	1	62	225	2	450	600	\$ 0.75
16760959	RIVET (GMT 900)	6672	PCS	6	62	0	1	10000	20016	\$ 0.01
11589012	BOLT ASM-HEX HD WAS	4000	PCS	4	62	1220	1	1220	8000	\$ 0.04
16932331	COMPRESSION LIMITER	20000	PCS	2	62	6062	1	6062	40000	\$ 0.06
16961602	BRACKET ASM - IP CTR S	100	PCS	1	62	100	1	60	900	\$ 2.47
16931718	Tie-Bar	80	PCS	1	62	80	4	80	240	\$ 5.17

*Ilustración 17. Plan para cada parte (Plan for every part)*

Se utilizaran las formulas descritas de la ecuación 1 hasta la ecuación 6. La cual se desarrollan a continuación.

Para obtener el uso por hora se desarrolla de la siguiente manera.

$$UH=59 \times 62=3658$$

Determinar el uso diario de los componentes

$$UD = 3658 \times 14.5 = 53041$$

Determinar el total de inventario en piezas.

$$TI = 15143 + 60000 = 75143$$

Determinar el inventario total en horas.

$$IH = \frac{75143}{3658} = 20.54 \cong 21$$

Determinar los días de inventario.

$$DI = \frac{75143}{53041} = 1.4 \text{ dias de inventario.}$$

Determinar el costo total de inventario.

$$CT = 75143 \times 0.0301 = 2261.80$$

El inventario de presentación de partes se obtuvo mediante el conteo de materia prima, que se encuentra en la línea. La cantidad de contenedores depende físicamente de los componentes utilizados por estación. De acuerdo a su tamaño, los materiales se clasificaron en pequeñas, medianas, grandes del inventario actual en el mini mercado.

Para cada línea se realizó el mismo procedimiento, es decir se aplicaron las fórmulas de las ecuaciones anteriores y como resultado se obtuvieron los siguientes datos, los cuales se muestran en la Ilustración 18. PEFP Carrier Suv, Ilustración 19. PEFP *Carrier Suv*, Ilustración 20. PEFP Right Hand, Ilustración 21. *PEFP Right Hand*, Ilustración 22. *PEFP Bezel*, Ilustración 23. *PEFP Bezel*, Ilustración 24. *PEFP Wsco Pu*, Ilustración 25. *PEFP Wsco Suv*, Ilustración 26. *PEFP Wsco Suv*.

CARRIER SUV

Part Number	Description	Std Pack	UM	Largo	Ancho	Alto	Uso por tablero	Tableros por hora	Uso por hora	Uso diario	Inventario en Presentacion de partes
16901218	PUSH NUT(GMT 900)	5000	PCS	9.5	9.5	6.5	59	62	3658	53041	1906
16939470	RIVET	2500	PCS	10	10	10	2	62	124	1798	357
16939423	RIVET	4500	PCS	8.5	9.5	10	3	62	186	2697	1430
16938947	PAB BRACKET	100	PCS	24.5	15	7.5	1	62	62	899	225
16760959	RIVET (GMT 900)	6672	PCS	10	10	4.5	6	62	372	5394	0
11589012	BOLT ASM-HEX HD WAS	4000	PCS	9.5	9.5	6.5	4	62	248	3596	1220
16932331	COMPRESSION LIMITER	20000	PCS	11.5	8	5	2	62	124	1798	6062
16961602	BRACKET ASM - IP CTR S	100	PCS	24.5	15	7.5	1	62	62	899	100
16931718	Tie-Bar	80	PCS	45	30	75	1	62	62	899	80

Ilustración 21. PEFP Carrier Suv

CARRIER SUV

Part Number	Description	Cantidad de contenedores	Categorizacion de caja	inventario actual en Linea (pcs)	inventario actual minimercado (pcs)	Total de inventario (pcs)	inv total (hrs)	Dias de inventario	\$Costo Unitario	\$Costo total del inventario
16901218	PUSH NUT(GMT 900)	5	p	15143	60000	75143	21	1.4	\$ 0.03	\$ 2,261.80
16939470	RIVET	1	p	357	2500	2857	23	1.6	\$ 0.06	\$ 183.65
16939423	RIVET	1	p	1430	9000	10430	56	3.9	\$ 0.03	\$ 362.13
16938947	PAB BRACKET	2	p	450	600	1050	17	1.2	\$ 0.75	\$ 790.05
16760959	RIVET (GMT 900)	1	p	10000	20016	30016	81	5.6	\$ 0.01	\$ 301.66
11589012	BOLT ASM-HEX HD WAS	1	p	1220	8000	9220	37	2.6	\$ 0.04	\$ 409.28
16932331	COMPRESSION LIMITER	1	p	6062	40000	46062	371	25.6	\$ 0.06	\$ 2,673.44
16961602	BRACKET ASM - IP CTR S	1	p	60	900	960	15	1.1	\$ 2.47	\$ 2,368.01
16931718	Tie-Bar	4	g	80	240	320	5	0.4	\$ 5.17	\$ 1,654.49
Average:								6.0		\$ 6,982.01

Ilustración 20. PEFP Carrier Suv

RIGHT HAND

Part Number	Description	STD PACK	UM	Largo	Ancho	Alto	Uso por tablero	Tableros por hora	Uso por hora	Uso diario	Inventario en Presentacion de partes	Cantidad de contenedores
16939469	A/C OUTLET ASSEMBLY	54	pcs	21.5	13.5	9.5	1	46	46	345	0	0
23321714	TRAY ASM-IP STOW (BROV	18	Pcs	23	22	22	1	46	46	345	0	0
16955395	Protective Tape (3" X 18"	8	Pcs				0.0087	46	0.4	3.00	0	0
16911507	SCREW(610)	5000	Pcs	9.5	9.5	5.5	5	46	230	1725	1545	1
21077323	PUSH PIN (RIVET)	2400	Pcs	11	11	9	2	46	92	690	3021	1
16868684	GMT610 PAB DOOR	18	Pcs				1	46	46	345	0	0

Ilustración 19. PEFP Right Hand

RIGHT HAND

Part Number	Description	Categorizacion de caja	inventario actual en Linea (pcs)	inventario actual minimercado (pcs)	Total de inventario (pcs)	Inv total (hrs)	Dias de inventario	\$Costo Unitario	\$Costo total del inventario
16939469	A/C OUTLET ASSEMBLY	m	162	270	432	9	1.252	\$ 3.40	\$ 1,467.37
23321714	TRAY ASM-IP STOW (BROV	m	54	72	126	3	0.4	\$ 9.38	\$ 1,181.37
16955395	Protective Tape (3" X 18"	p	1	16	17	42.5	5.66	\$ 0.18	\$ 3.07
16911507	SCREW(610)	p	6545	5000	11545	50	6.7	\$ 0.03	\$ 364.36
21077323	PUSH PIN (RIVET)	p	3021	2400	5421	59	7.9	\$ 0.16	\$ 854.89
16868684	GMT610 PAB DOOR	m	108	288	396	9	1.1	\$ 2.88	\$ 1,140.77
Average:							3.5		\$ 7,107.53

Ilustración 18. PEFP Right Hand

Part Number	Description	Std Pack	UM	Largo	Ancho	Alto	Uso por tablero	Tableros por hora	Uso por hora	Uso diario	Inventario en Presentacion de partes
23135645	DEFLECTOR ASM-I/P-AIR	160	Pcs	23.5	20.5	9	4	45	180	1350	160
16912299	RECEPTICAL APO(610)	1000	Pcs	17	14	12	1	45	45	337.5	200
16912151	RECEPTICAL CAP W/ RETAINER APO(610)	500	Pcs	12	12	13	1	45	45	337.5	135
16911897	SEAL-STRG COLUMN OPENING(610)	90	Pcs	21.5	13.5	9.5	1	45	45	337.5	90
16911899	CLIP(610)	7500	Pcs	14.5	14	7	15	45	675	5062.5	1774

Ilustración 22. PEFP Bezel

Part Number	Description	Cantidad de contenedores	Categorización de caja	inventario actual en Linea (pcs)	inventario actual minimercado (pcs)	Total de inventario (pcs)	Inv total (hrs)	Dias de inventario	\$Costo Unitario	\$Costo total del inventario
23135645	DEFLECTOR ASM-I/P-AIR	2	m	320	1600	1920	11	1.4	\$ 1.08	\$ 2,071.64
16912299	RECEPTICAL APO(610)	1	p	200	1000	1200	27	3.6	\$ 0.35	\$ 419.21
16912151	RECEPTICAL CAP W/ RETAINER APO(610)	1	p	135	1000	1135	25	3.4	\$ 0.38	\$ 426.27
16911897	SEAL-STRG COLUMN OPENING(610)	4	m	360	360	720	16	2.1	\$ 1.30	\$ 933.90
16911899	CLIP(610)	1	p	1774	15000	16774	25	3.3	\$ 0.03	\$ 489.47
								Average:	2.8	\$ 4,340.48

Ilustración 23. PEFP Bezel

WSCO PU											
Part Number	Description	Std pack	UM	Largo	Ancho	Alto	Uso por tablero	Tableros por hora	Uso por hora	Uso diario	Inventario en Presentacion de partes
11547287	ERGO CLIP - HIGH RETENTION	2500	Pcs	9	9.5	7	12	117	1404	20358	3198
16899417	TAPE FLOCK 6X50 (GMT 900)	15000	Pcs	9.5	10	8.5	4	117	468	6786	15000
16931786	WINDSHIELD SEAL	900	Pcs	16.5	48	11	1	117	117	1696.5	200
16932201	DEFROSTER SEAL	1600	Pcs	16.5	48	11	1	117	117	1696.5	200

Ilustración 24. PEFP Wsco Pu

WSCO PU											
Part Number	Description	Cantidad de contenedores	Categorización de caja	inventario actual en Linea (pcs)	inventario actual minimercado (pcs)	Total de inventario (pcs)	inv total (hrs)	Dias de inventario	\$Costo Unitario	\$Costo total del inventario	
11547287	ERGO CLIP - HIGH RETENTION	1	p	3198	15000	18198	13	0.9	\$ 0.04	\$ 684.61	
16899417	TAPE FLOCK 6X50 (GMT 900)	1	p	15000	30000	45000	96	6.6	\$ 0.01	\$ 401.40	
16931786	WINDSHIELD SEAL	1	m	200	900	1100	9	0.6	\$ 0.69	\$ 762.64	
16932201	DEFROSTER SEAL	1	m	200	1600	1800	15	1.1	\$ 0.36	\$ 642.37	
								Average:	2.3	\$ 2,491.02	

Ilustración 24. PEFP Wsco Pu

WSCO SUV											
Part Number	Description	Std pack	UM	Largo	Ancho	Alto	Uso por tablero	Tableros por hora	Uso por hora	Uso diario	Inventario en Presentacion de partes
16899419	CLIPS (WSCO) (GMT900)	5000	Pcs	10	8.5	9	10	72	720	10440	2196
16931786	SEAL - IP - WINDSHIELD	900	Pcs	16.5	48	11	1	72	72	1044	200
16932201	SEAL - IP - DEFROSTER	1600	Pcs	16.5	48	11	1	72	72	1044	200
16932448	METAL SPEAKER GRILLE - LH (JET BLACK)	44	Pcs	24	13.5	8.5	1	72	72	1044	44
16932449	METAL SPEAKER GRILLE - RH (JET BLACK)	44	Pcs	24	13.5	8.5	1	72	72	1044	44
16932450	METAL SPEAKER GRILLE - LH (COCOA)	44	Pcs	24	13.5	8.5	1	72	72	1044	44
16932451	METAL SPEAKER GRILLE - RH (COCOA)	44	Pcs	24	13.5	8.5	1	72	72	1044	44

Ilustración 25. PEFP Wsco Suv

WSCO SUV											
Part Number	Description	Cantidad de contenedores	Categorización de caja	inventario actual en Linea (pcs)	inventario actual minimercado (pcs)	Total de inventario (pcs)	Inv total (hrs)	Dias de inventario	\$Costo Unitario	\$Costo total del inventario	
16899419	CLIPS (WSCO) (GMT900)	1	p	2196	10000	12196	17	1.2	\$ 0.02	\$ 281.36	
16931786	SEAL - IP - WINDSHIELD	1	m	200	900	1100	15	1.1	\$ 0.69	\$ 762.64	
16932201	SEAL - IP - DEFROSTER	1	m	200	1600	1800	25	1.7	\$ 0.36	\$ 642.37	
16932448	METAL SPEAKER GRILLE - LH (JET BLACK)	1	m	44	264	308	4	0.3	\$ 2.77	\$ 854.16	
16932449	METAL SPEAKER GRILLE - RH (JET BLACK)	1	m	44	308	352	5	0.3	\$ 2.77	\$ 976.18	
16932450	METAL SPEAKER GRILLE - LH (COCOA)	1	m	44	264	308	4	0.3	\$ 2.77	\$ 854.16	
16932451	METAL SPEAKER GRILLE - RH (COCOA)	1	m	44	132	176	2	0.2	\$ 2.77	\$ 488.09	
Average:								0.7		\$ 4,858.96	

Ilustración 26. PEFP Wsco Suv

Procedimos a la realización del análisis en cada una de las líneas de ensamble, de esta manera nos percatamos de anomalías relacionadas con el sobre inventario generado en cada área de ensamble, es preciso señalar que en cada línea se cuenta con un mini-mercado, es decir se tiene un rack dentro de las líneas, o incluso en cada estación de trabajo.

Evaluamos cada parte del proceso de inicio a fin para conocer que componentes se requieren en cada estación de trabajo y cuáles son las actividades que cada materialista realiza dentro de la empresa, esto con la finalidad de conocer las causas que se relacionan con el exceso de inventario en las áreas de trabajo correspondiente y conocer las rutas que siguen para el suministro de la materia prima desde el almacén.

Lo primero que se analizó fueron las rutas de partes compradas. Las cuales se describen en la *Tabla 8. Materialistas en el área de partes compradas (Líneas finales)*. Actualmente se cuenta con 7 operadores materialistas divididos en 2 turnos y con un inventario de \$25,780 dólares, lo que en promedio son 3 días de inventario, además del espacio que ocupa el mini-mercado en pies cuadrados.

*Tabla 8. Materialistas en el área de partes compradas (Líneas finales).*

Área de producción	No. de materialistas		Total de materialistas por área
	Primer turno	Segundo turno	
Carrier	2	2	4
Right Hand	1	0	1
Bezel	1	0	1
Wscó Suv	0.25	0.25	0.5
Wscó Pu	0.25	0.25	0.5
Total de materialistas			7

A continuación, se describe la situación actual de la línea de producción del Tablero de Carrier.

Esta celda es la encargada de realizar los tableros de la camioneta Tahoe y Suburban, la cual cuenta con 1 número de parte para tableros, del cual se derivan 9 números de parte diferentes, y estos cuentan con 6 números de partes chicas, 2 números de parte medianas y 1 número de parte grande.

Dentro de la línea y del mini mercado, se tienen 6 días de inventario con un costo de \$6,982 dólares.

En esta línea contamos con dos materialistas por turno. El materialista 2 se encarga de surtir el material del supermercado al minimercado de productos grandes y también se encarga de juntar las cajas de cartón, tarimas y plásticos para disponerlo al área de residuos.

El materialista 1 es el encargado de surtir el material a la celda de producción, esto lo hace trasladando el material directamente del mini mercado a la celda (productos pequeños o medianas), o bien dirigirse a la celda para colocar la materia prima requerida en la línea *Fotografía 17. Minimercado Carrier Suv* y *Fotografía 18. Minimercado Carrier Suv*.

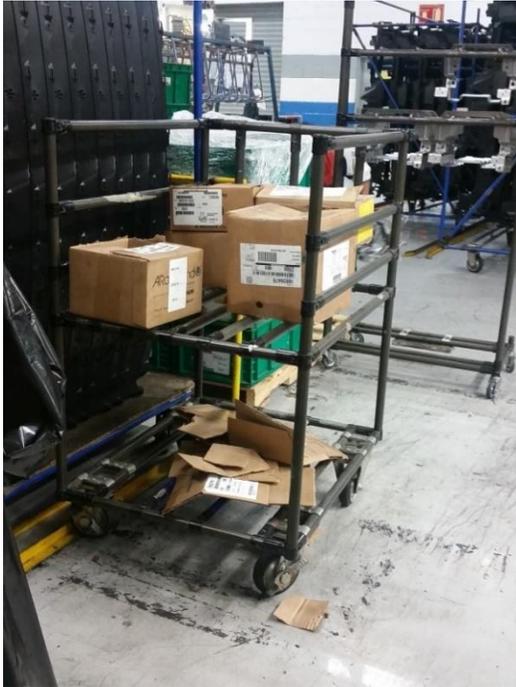
Sin embargo para el caso de Right Hand el cual cuenta con un turno, nuevamente el exceso de inventario se observó en tres minimercados en el área de producción, es decir en el primer minimercado rack *Fotografía 19. Minimercado Right Hand*, contiene números de partes pequeñas, el segundo tiene un número de parte grande (23321714 rejillas, *Fotografía 20. Minimercado Right Hand*). Y el tercer mini mercado que se encuentra en la primera estación, cuenta con un exceso de inventario del componente pad door (número de parte 1686884) para ser exactos 30 cajas de este número de parte, las cuales no se requieren *Fotografía 15. Inventario del área de Right Hand*.



*Fotografía 15. Inventario del área de Right Hand*



*Fotografía 16. Inventario del área de Wsco Pu/Suv*



Fotografía 17. Minimercado Carrier Suv



Fotografía 18. Minimercado Carrier Suv



Fotografía 19. Minimercado Right Hand



Fotografía 20. Minimercado Right Hand

En el caso del materialista que se encarga de surtir a la línea, excede la cantidad de cajas que se requieren durante el turno, siendo este un factor que se refleja, en el acumulamiento de cajas en el área de trabajo. Para esta situación se realizó un análisis de la cantidad de componentes que se requiere en cada estación y la utilización del mismo para el ensamble de los tableros. Obteniendo como resultado que dentro de la línea se tiene un inventario de 3.5 días y con un costo de \$7,107.53 dólares.

Otro caso evidente es la línea de Bezel, en esta línea se tienen tres números de partes pequeñas y seis números de partes medianas y se cuenta con un rack que contiene una gran cantidad de cajas para el abastecimiento de las estaciones de trabajo. El rack cuenta con 2.8 días de inventario y un costo de \$4,340.48 dólares.

Por último el área de Wsco Suv y Wsco Pu, donde se observa una gran cantidad de materia prima dentro de la línea de trabajo, solo representa 0.70 días de inventario con un costo \$4,858.9 dólares.

Durante las observaciones correspondientes, identificamos que el sobre inventario que se tiene en ambos minimercados del área de Wsco Pu y Wsco Suv, se encuentran en cajas con números de partes fechas de meses anteriores que aún no se consumen en la línea final y esto genera que se dañe la materia prima dentro del área, por lo que afecta la calidad del producto en este caso los tableros para autos (*Fotografía 16. Inventario del área de Wsco Pu/Suv*).

No obstante en cada área se tiene un exceso de inventario, debido a que cuentan con un mini-mercado, es decir que cada área cuenta con un rack el cual almacena gran cantidad de números de partes que se requieren en las líneas de ensamble final, los materialista de cada área surte su respectivo rack, sin embargo la problemática que se genera al tener un mini mercado(rack) es la gran cantidad de inventario que se puede llegar a tener, que ocasiona un costo de inventario, espacios ocupados y material defectuoso.

Más adelante se presenta la siguiente Ilustración 27. Situación inicial, se observa el análisis general de las 5 áreas. Dicho de otro modo se tiene 3.06 días de inventario total, con un costo de \$ 25,780 dólares con un total de 7 materialistas en ambos turnos.

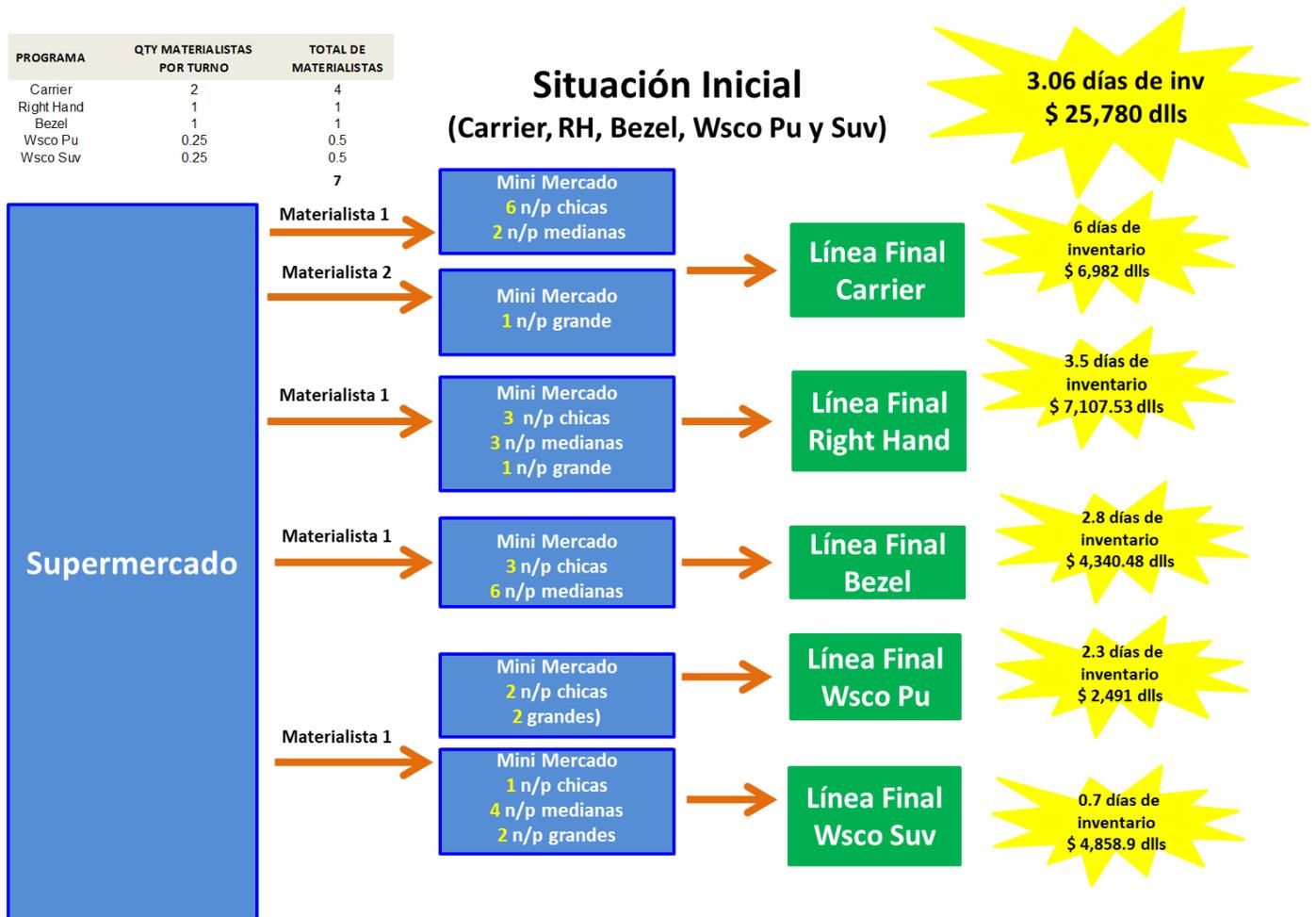


Ilustración 27. Situación inicial

Para concluir se presenta los resultados obtenidos durante el proyecto de reducción de inventario, mediante el rediseño de rutas de materiales en una empresa automotriz. Con la información referenciada del capítulo anterior, nos percatamos que existe un área de oportunidad de mejora del control de inventarios en las áreas:

En el área de Carrier suv se logró reducir 6 días a 0.3 días de inventario, con un ahorro de \$3,541.4 dólares para dos turno, optimizando 4 materialista para ambos turno a 2.4 es decir 1.2 para cada turno. El espacio liberado dentro de esta área fue de 2.3 a 3.5 sqft, eliminando por completo el minimercado que se encontraba a un costado de la línea.

Right Hand se tenía 3.5 días y se disminuyó a 0.5 días de inventario con un ahorro de \$3,353.93 dólares a un turno que maneja la empresa para esta área, se reubico el materialista a otra área, dejando 0.20 de materialista es decir que un materialista se encarga de la distribución de materia prima a las áreas descritas en este capítulo, en esta área no se logró liberar espacio debido a la complejidad del estándar pack de la caja que tiene 18 piezas y se producen 46 piezas por hora por lo que se dejó solo el rack para cumplir con la producción.

Bezel se presenta de 2.8 a 0.5 días de inventario, siendo un ahorro logrado de \$3,039.58 dólares en un solo turno disponible en la empresa, por otra parte, el materialista también se reubico en otra área, dejando un materialista titular de la ruta para estas 5 áreas, el espacio liberado 30.55 a 15 sq ft.

Para finalizar, en el área Wsco Pu se tenía 2.3 días y se redujo a 0.5 días de inventario, con un ahorro de \$1068.1dólares, por otra parte en Wsco Suv los días de inventario eran de 0.7 a 0.5 días, el ahorro obtenido fue de 4854.48 dólares en estas dos últimas áreas no se liberó espacio, sin embargo se eliminó el inventario entre proceso, debido a que cada estación de trabajo excede de material de cajas requeridos para cada estación y con respecto al materialista, era compartido para estas dos líneas siendo este reubicado en otra área.

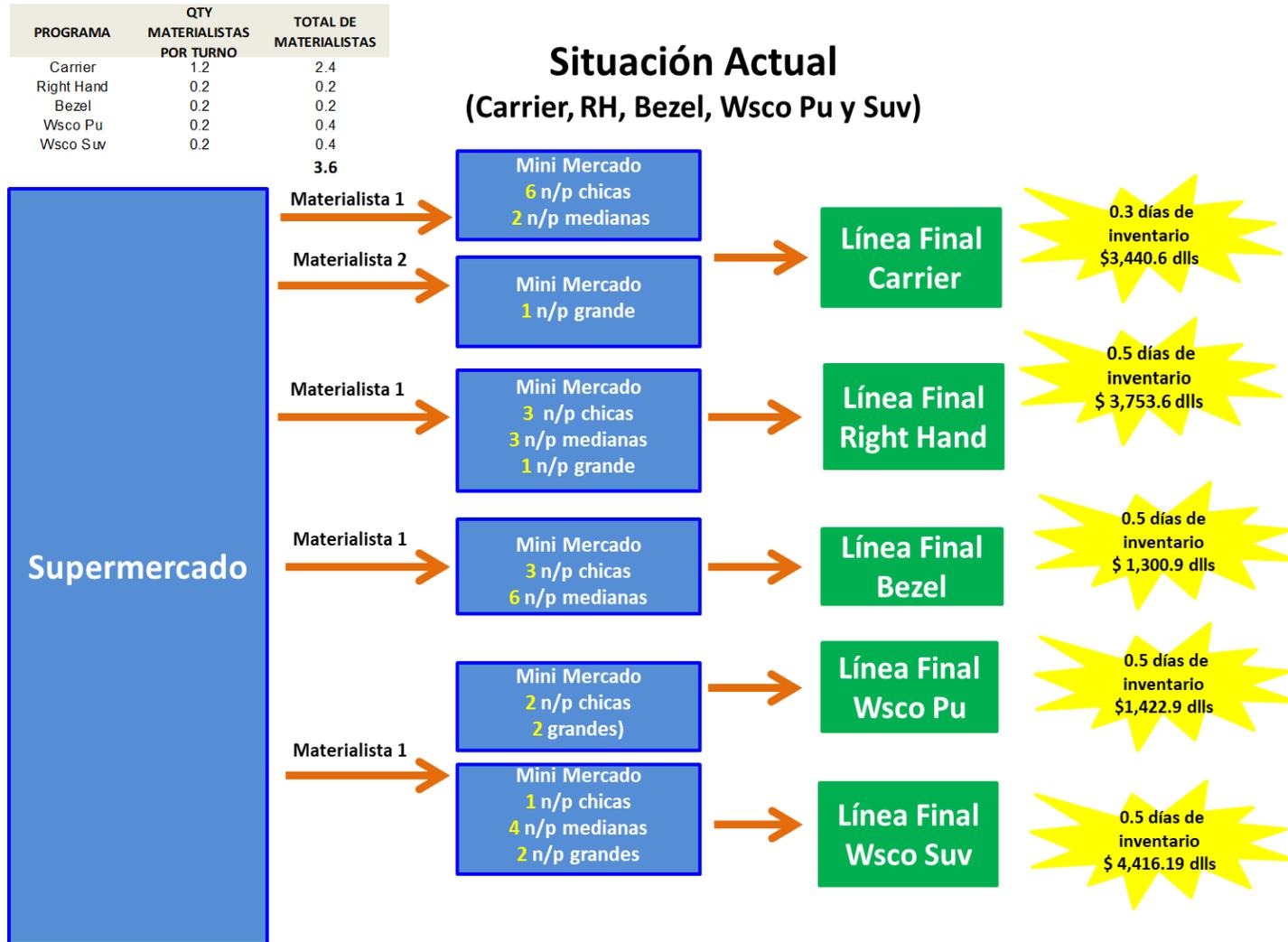


Ilustración 28. Situación actual

Una vez que se implementó la mejora en las 5 áreas de ensamble final, como se muestran en las siguientes *Tabla 9. Relación de materialistas en un turno, Tabla 10. Relación de días de inventario, Tabla 11. Relación de costo de inventario*, claramente se describe la cantidad de materialistas que se tenía inicialmente, una vez implementado la mejora en materialista se obtuvo un 49%, que fueron reubicados en otras áreas.

Tabla 9. Relación de materialistas en un turno

Programa	Inicial: Total de materialistas	Mejora: Total de materialistas	% de Mejora
Carrier	4	2.4	40%
Right Hand	1	0.2	80%
Bezel	1	0.2	80%
Wsc0 Pu	0.5	0.4	20%
Wsc0 Suv	0.5	0.4	20%
	7	3.6	49%

Tabla 10. Relación de días de inventario

Programa	Inicial: Días de inventario	Mejora: Días de inventario	% de mejora
Carrier	6	0.3	95%
Right Hand	3.5	0.5	86%
Bezel	2.8	0.5	82%
Wsc0 Pu	2.3	0.5	78%
Wsc0 Suv	0.7	0.5	29%
	3.06	0.46	85%

Tabla 11. Relación de costo de inventario

Programa	Inicial: Costo de inventario	Mejora: Costo de inventario	% de mejora
Carrier	\$ 6,982.01	\$ 3,440.62	51%
Right Hand	\$ 7,107.53	\$ 3,753.65	47%
Bezel	\$ 4,340.48	\$ 1,300.92	70%
Wsc0 Pu	\$ 2,491.02	\$ 1,422.94	43%
Wsc0 Suv	\$ 4,858.96	\$ 4,416.19	9%
	\$ 25,780.00	\$ 14,334.32	44%

Una vez implementado la ruta se cumplieron con los siguientes objetivos.

Reducción de los mini mercados en 20% el área de secuenciado se encuentra un mini mercado (rack) de las 5 líneas, se redujo puesto que en cada área se tenía entre 1 a 2 mini mercados.

Las visitas diarias a almacén ayudo a mejorar la productividad de los materialistas, debido a que se encarga de surtir el mini mercado (rack) para posteriormente realizar la ruta, beneficiando las líneas al no haber tiempos perdidos.

Determinar la ruta más eficiente para los materialistas, se cuenta con carrito de materiales en cual se dispone de ruta por hoja, la instrucción de trabajo y el Layout.

La categorización de los componentes en únicas y comunes es un factor fundamental para conocer los números de parte compartidas en las líneas y las que son diferentes.

Controlar los niveles de inventario mediante máximos y mínimos. Mediante el sistema kanban se identificaron los números de partes, la cantidad de cajas mínimas y máximas en el rack.

# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES**

## CAPÍTULO V CONCLUSIONES

### Conclusión

El principal problema fue la resistencia al cambio por parte de los materialistas, puesto que no seguían ninguna instrucción de trabajo. Sin embargo al generar una instrucción de trabajo de la ruta de materiales por hora, es más sencillo para el materialista ya que se tomó en cuenta como ayuda visual el Layout de la ruta, ruta por hora y la instrucción de trabajo de la nueva ruta a seguir anexada en la parte del carrito de materiales.

Se realizó conteo de material en cada estación de trabajo para obtener datos de la cantidad exacta de cada contenedor en la línea, de igual forma se realizó tarjetas kanban indicando el número de parte del componente, la descripción, la cantidad en bin, la cantidad de cajas en rack. Se mandó a realizar un carrito para la ruta de materiales, una vez identificado cada bin y el rack para la implementación y mejorar la distancia y tiempos del trayecto.

Después de los resultados las cuales favorecieron la distribución de entrega de material a las líneas productivas, es importante darle seguimiento a la ruta de los materialistas. La ruta que se generó se abarca las 5 líneas dentro del mismo cuadrante, cabe mencionar que la ruta de materiales se basó en función a la demanda de cada línea.

Una vez que se implementó la mejora en las 5 áreas de ensamble final, en materialista se obtuvo un 49% los cuales fueron reubicados en otras áreas, el costo de inventario 44%, los días de inventario en un 85% y la ruta del materialista en la distribución es de 1.20 hora/minutos surtiendo cada estación por hora.

## Fuentes de Información

- Peralta Maniviesa, X. (s.f.). *Pymerang* . Recuperado el 26 de 11 de 2017, de <http://www.pymerang.com/direccion-de-negocios/definicion-de-negocio/modelo-de-negocios/competitividad/362-que-es-la-productividad>
- Puche Forte , J. F. (Junio de 2005). *Guía práctica para la simulación de procesos industriaes*. Recuperado el 10 de 12 de 2018, de <http://www.itescam.edu.mx/portal/files/plans/INE-0405.pdf>.
- B. Chase, R., & Jacobs, F. R. (2009). *Administración de operaciones producción y cadena de suministro*. México, D.F.: McGraw Hill/Interamericana editores, S.A. DE C.V.
- B. Chase, Richard; Robert Jacobs, F.; J. Aquilano, Nicholas. (2012). *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*. México: Mcgraw-hill/interamericana editores,S.A. de C.V.
- B. Chase, Richard; Robert Jacobs, F.; J. Aquilano, Nicholas. (2012). *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*. México: Mcgraw-hill/interamericana editores,S.A. de C.V.
- Barrientos, A. (01 de 2018). Inteva Products. *Inteva Products*.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministros*. México, D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- E. Mayers, Fred; P. Stephens, Matthew. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson educación.
- Escalante Lago, A., & Domingo Zuñiga, J. D. (Enero 2016). *Ingeniería Industrial Métodos y tiempos con manufactura ágil*. México: Alfaomega.
- García Criollo, R. (s.f.). *Estudio de trabajo*. México: Mcgraw/hill interamericana.
- H. Ballou, R. (2004). *Logística, Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson educación.
- Harris, R., Harris, C., & Wilson, E. (2003). *Making Materials Flow*. Brookline, EE.UU.: The lean enterprise institute.

- Heizer, J., & Rebder, B. (2009). *Principios de la administración de operaciones*. México: Pearson educación.
- Hernández Matías, Juan Carlos; Vizán Idoipe, Antonio. (2013). *Lean manufacturing conceptos, técnicas e implementación*. Madrid: Fundación EOI.
- Hernández Matías, Juan Carlos; Vizán Idoipe, Antonio;. (2013). *Lean manufacturing conceptos, técnicas e implementación*. Madrid: Fundación EOI.
- Iglesias, A. (2012). Manual de gestión de almacén. Balanced Life S.L. Recuperado el 11 de 09 de 2018, de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/9844/capitulo3.pdf>
- Inteva Corporation. (2001). Sistemas de manufactura. Estados unidos. Recuperado el 11 de 09 de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/capacidad-de-proceso/>
- Inteva Products. (2018). *Inteva Products*. Recuperado el 14 de 01 de 2018, de <http://www.intevaproducts.com/about-inteva/history>
- Koontz, H., & Weihrich, H. (2013). *Elementos de la administración un enfoque internacional y de innovación*. México: Mcgraw-hill interamericana.
- Lira Mejía, M. C. (2009). *¿Cómo puedo mejorar el servicio a cliente?* México: Registro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Número: Primera Edición.
- PDFSLIDE. (27 de 06 de 2015). Recuperado el 10 de 09 de 2019, de Manual Kaizen y Justo a Tiempo: <https://pdfslide.net/documents/manual-kaizen-y-justo-a-tiempo.html>
- Plex. (2018). Recuperado el 14 de 01 de 2018, de <https://www.plex.com/why-plex.html>
- Portugal V., J. (06 de 03 de 2006). *Academia* . Recuperado el 04 de 03 de 2019, de [https://www.academia.edu/9180640/Distribución\\_interna\\_de\\_productos\\_en\\_Almacén](https://www.academia.edu/9180640/Distribución_interna_de_productos_en_Almacén)
- Rajadell, Manuel; Sánchez, José Luis. (2010). *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad*. España: Ediciones días de santos.
- Socconimi, L. (2018). *Lean Company más allá de la manufactura*. Guadalajara, Jalisco: Pandora Impresores primera edición marzo de 2018.

Socconini, L. (2018). *Lean Company más allá de la manufactura*. Guadalajara, Jalisco: Talleres de pandora impresores.

Velázquez Velázquez, E. (2012). *Canales de distribución y logística*. México: Red tercer milenio.

Vermorel, J. (07 de 2016). *Lokad*. Recuperado el 27 de 11 de 2017, de Método de inventario FIFO: <https://www.lokad.com/es/metodo-de-inventario-fifo>

Zapata Cortes, J. A. (2014). *Fundamentos de la gestión de inventarios* . Colombia: Centrol editorial esumer.